27-й
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ
КОНГРЕСС

ТЕЗИСЫ
ABSTRACTS

Volume IV

Sections 08 , 09

СССР

Москва 4-14 августа 1984

27-й
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ
КОНГРЕСС

ТЕЗИСЫ
ABSTRACTS

Volume IV

Sections 08, 09

1984

СССР
Москва
4-14 августа 1984

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
МОСКВА 1984

Библиотека Геологического института АН Арм.ССР

УДК (042.3) 550.3+552

Четвертый том тезисов, представленных к 27-му Международному геологическому конгрессу, включает две секции: С.08 - Геофизика, С.09 - Петрология. Тезисы, представленные ведущими учеными-геологами из разных стран мира, отражают вопросы теоретической и прикладной геологии.

Volume IV of abstracts presented for the 27th International Geological Congress includes two sections: C.08 - Geophysics, C.09 - Petrology (Igneous and Metamorphic Rocks). The abstracts submitted by leading scientists from various countries of all over the world cover problems of theoretical and applied geology.

Ответственный редактор
Н.А.БОГДАНОВ

© Институт литосферы
АН СССР, 1984 г.

П Р Е Д И С Л О В И Е

Тезисы, представленные к 27-му Международному геологическому конгрессу, распределяются по 22 секциям и 6 коллоквиумам. Кроме того, в их число включены тезисы докладов к пленарному заседанию "Геологические проблемы охраны окружающей среды", к специальной сессии по Международной программе "Литосфера" и к симпозиуму "Металлогения и месторождения урана".

Все тезисы опубликованы в десяти томах и распределены следующим образом:

том 1 - секции 01-03
том П - секции 04-05
том Ш - секции 06-07
том 1У - секции 08-09
том У - секции 10-11
том У1 - секция 12
том УП - секции 13-16
том УШ - секции 17-22
том 1Х - пленарное заседание "Геологические проблемы охраны окружающей среды", коллоквиумы 01-06, программа "Литосфера", симпозиум "Металлогения и месторождения урана", а также тезисы, присланные в Оргкомитет после 1 ноября 1983 года
том Х - авторский указатель.

Следует отметить, что в каждой секции и коллоквиуме тезисы расположены в алфавитном порядке /латинском/ по фамилии авторов.

Н.А.БОГДАНОВ

Генеральный секретарь
Оргкомитета

P R E F A C E

Abstracts presented for the 27th International Geological Congress are divided up into twenty two sections and six colloquia. On top of this we have added the abstracts submitted for the Plenary Meeting "Geological Aspects of Environmental Protection", for the Special Session of the International "Lithosphere" Programme and for the Special Symposium "Metallogenesis and Uranium Deposits".

The whole is published in ten volumes divided up in the following way:

volume I - Sections 01 to 03
volume II - Sections 04 to 05
volume III - Sections 06 to 07
volume IV - Sections 08 to 09
volume V - Sections 10 to 11
volume VI - Section 12
volume VII - Sections 13 to 16
volume VIII - Sections 17 to 22
volume IX - Plenary Meeting "Geological Aspects of Environmental Protection", Colloquia 01 to 06, Special Session of the International "Lithosphere" Programme and Special Symposium "Metallogenesis and Uranium Deposits" as well as abstracts received by the Organizing Committee after November 1, 1983
volume X - General authors index.

Lastly, for each section and colloquium, the abstracts are classified in alphabetical order of the authors.

N.A.BOGDANOV
General Secretary
of the Organizing
Committee

С Е К Ц И Я / S E C T I O N 08

ГЕОФИЗИКА
GEOPHYSICS

Conveners: V.V.Belousov, St.Müller, D.A.Valencio

ABDULLAEV Kh.A., Institute of Seismology of the UzSSR Academy of Sciences, Tashkent, USSR

MESO- AND MICROPLATFORMS OF THE ALPINE HIMALAYA BELT CENTRAL PART AND THEIR KINETICS IN CENOZOIC WITH RESPECT TO PALEOMAGNETIC DATA

Three mesoplatforms, i.e. Caspian, Persian and Pamirs-Himalaya and six microplatforms, i.e. Lebanese, Turkish, Vanskaya, Kuramino-Ferganskaya, Karakumo-Tadjik and Tarim are assumed to be adequately outlined within the region of the Alpine-Himalaya belt Central Part. This adequacy is properly substantiated by geologico -tectonic and seismological data. Besides, paleomagnetic data have also been used for later geological periods along the lines of the inheretance principle as applied to the newest motions, that are known to include recent, generally intracontinental meso- and microplatforms, especially when studying their respective particularities. On the basis of paleomagnetic research the palinspastic map has been compiled for later Paleogene (38-26 mln.years), an analysis of that map has allowed to suggest that at later Paleogene the belt under consideration was a mosaic of microcontinents (meso- and microplatforms) encircled by mobile belts. For the south-western and north-eastern sections of the regions the later Paleogene represents an instant of collision between the Arabian and Indian platforms and meso- and microplatforms. All above-mentioned lithospheric platforms (apart from Karakum-Tadjik one), as well as the mobile one encircling them were positioned at later Paleogene some 12-16° closer to the south as compared to their recent positions are turned generally counter-clockwise for some 20-25°.

Mean velocities of lithosphere horizontal shift components for the Paleogene-Holocene time interval for most regional and local sections of the belt have been estimated as 6-8 cm per year transitional motions; $3\text{-}5.10^{-3}$ s/y - rotary motion; 1-6 mm/y-shifting motion. Geologico -tectonic, seismological and some other data are on good agreement with results of paleomagnetic investigations on problem under consideration.

АБДУЛЛАЕВ Х.А., Институт сейсмологии АН УзССР, г. Ташкент, СССР

МЕЗО- И МИКРОПЛИТЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ АЛЬПИЙСКО-ГИМАЛАЙСКОГО ПОЯСА И ИХ КИНЕМАТИКА В КАЙНОЗОЕ ПО ПАЛЕОМАГНИТНЫМ ДАННЫМ

На территории центральной части Альпийско-Гималайского пояса выделены три мезоплиты - Каспийская, Персидская и Памиро-Гималайская и шесть микроплит - Ливанская, Турецкая, Ванская, Курамино-Ферганская, Каракумо-Таджикская и Таримская.

В основу выделения мезо- и микроплит в рассматриваемом поясе нами прежде всего положены геолого-тектонические и сейсмологические данные. Далее, в соответствии с принципом унаследовательности новейших движений современными при выделении в основном малых внутриконтинентальных мезо- и микроплит, блоков и микроблоков, особенно при изучении их кинематических особенностей, были использованы и палеомагнитные данные для поздних геологических времен.

По данным палеомагнитных исследований составлена палинспастическая карта для позднего палеогена (38-26 млн.лет), анализ которой свидетельствует о том, что в позднем палеогене рассматриваемый пояс представлял собой мозаику микроконтинентов (мезо- и микроплиты), окруженную подвижными поясами. Для юго-западного и северо-восточного участков поздний палеоген характеризует момент столкновения Аравийской и Индийской плит с мезо- и микроплитами. Все указанные выше литосферные плиты, мезо- и микроплиты (кроме Каракумо-Таджикской), а также окружающие их подвижные пояса в позднем палеогене находились на $12\text{-}16^{0}$ южнее современного положения и были повернуты в основном против часовой стрелки на $20\text{-}25^{0}$.

Средние скорости компонентов горизонтальных движений земной коры за интервал времени палеоген-голоцен для большинства региональных и локальных участков пояса оцениваются величиной: 6-8 см/год-поступательные; $8\text{-}5\cdot10^{-8}$ с/год- вращательные; 1-6 мм/год-сдвиговые. Геолого-тектонические, сейсмологические и др. материалы не противоречат результатам палеомагнитных исследований по рассматриваемому вопросу.

ABRAHAMSEN N., Laboratory of Geophysics, Geological Institute, Aarhus University, Aarhus, Denmark

PALAEOMAGNETIC INVESTIGATIONS IN NORTH GREENLAND

During the summers of 1979 and 1980 about 1800 oriented palaeomagnetic specimens were sampled from Eastern North Greenland covering the major part of the geological evolution as it is recorded in the platform sediments and volcanics from the Proterozoic and Lower Palaeozoic. Some of the palaeomagnetic data and results from the Middle Proterozoic and Eocambrian formations will be presented and discussed in relation to the evolution of Fennoscandia and North America.

AGRAWAL R.Ch., Department of Earthquake Engineering,
University of Roorkee, India

A NOTE ON SEISMIC RISK EVALUATION OF TEHRI DAM SITE

Tehri dam project, a multipurpose 260.5 m tall rock fill project, is located in a seismically active belt in the lesser Himalayas. The project site is bounded by two major tectonic lineaments in the region, viz. Main Central Thrust (MCT) and Main Boundary Fault (MBF). Analysis and interpretation of data obtained by the local seismological observatories indicate that low level activity is generally confined to MCT, north of Tehri. Further field investigations reveal that the tectonic features in the immediate vicinity of Tehri dam site, except Deul tear fault, are geologically old (at least Pre-Pliestocene). However the Deul tear fault, with a meagre strike continuation, is unlikely to generate even a moderate size (magnitude 6) earthquake. The Srinagar thrust, Uttarkashi thrust and MCT towards north and MBF towards south of dam site may have deep seated extensions along which a major earthquake may occur in future. The fault plane solutions of some of the earthquakes occurred in the region indicate probabilities of seismic slip both along the longitudinal as well transverse tectonic lineaments in Himalayas. Keeping in view the data on earthquake occurrences, and the seismotectonic set up of the region, the design earthquake parameters for the site work out to: magnitude 6.5, epicentral distance 6 km and depth of focus: 30 km. The effective peak ground acceleration at the site during its 100 years service life is estimated as 0.12 g from various approaches.

AGRAWAL R. Ch., Department of Earthquake Engineering,
University of Roorkee, India

VERTICAL STRUCTURE OF MANTLE BELOW INDIAN SUBCONTINENT

Data on deep focus earthquakes occurring below the Indian subcontinent have been analysed to study the structure of the mantle below this seismically active region. Anomalous zones are found in the upper mantle. P waves recorded at epicentral distances 3° . 5 and 5° . 5 indicate the existence of a low velocity layer at a depth of about I50 km. This inference is supported by the large value of ^{2} at 4° . 5 epicentral distance found while analysing the S residuals. The higher values of ^{2} obtained in the analysis of P and S residuals indicate the possible existence of anomalous zones in the lower mantle also at approximate depths of 450, 600, 850, 1150, 1600, 1900, 2100, 2500 and 2800 km.

AIRO M. L., KORHONEN J.V., Geological Survey of Finland, Finland

THE GEOLOGICAL INTERPRETATION OF HIGH RESOLUTION GREY SCALE AEROMAGNETIC DATA

Local anomalies are separated from the deep anomalies by petrophysical analysis and a comparison of high and low frequency parts of the field. The banded fine structure of the magnetization is well defined especially in supracrustal but as well in many igneous areas. The age relationships between different band systems are determined from mutual unconformities and crossing fractures. Fractures connected to smooth deformation are usually associated with the main evolution phase of the formation, while sharp fractures crossing the banding are usually younger. The deformation styles are clearly characterized on the grey scale maps and can be used in comparison of tectonic histories of different areas.

The correlation of the aeromagnetic data to the lithological properties involves field checking and use of petrophysical data. Lithological units can often be separated by differences in their magnetic fine structure. Large positive regional anomalies are related to areas of mainly granitic rocks, while large negative anomalies to supracrustal rocks. Strong round shaped local anomalies correspond to basic igneous rocks having no essential part in regional anomalies.

Interpreted from grey scale anomaly maps the Precambrian structure and evolution of bedrock proves to be more complex but also more clearly defined than expected.

AJAKAIYE D.E., Department of Physics, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria;
HALL D.H., MILLAR T., Precambrian Center, University of Manitoba, Winnipeg, Canada

AN AEROMAGNETIC STUDY OF THE BENUE TROUGH AND THE ADJACENT PRECAMBRIAN-CAMBRIAN ROCKS, NIGERIA

Aeromagnetic data over the Benue trough and the surrounding Precambrian area have been computer processed into various map formats. Processed map formats are contour maps, profile stacks and 3D displays. Data enhancement was achieved by 2D filtering with chosen bandpass filters decided on the basis of power spectra of the data sets, and upward continuation. Short wavelength anomalies (less than 25 km) could be associated with intrusives and other near-surface rocks. Long wavelength anomalies show that the crust over a region of the size of Nigeria has a periodic with a ENE strike, which may

be due to lower crustal or lithospheric features such as deep shear zones that were tectonically active at some time since say the middle Precambrian. Further, the data were reduced to a single reference such as the role or the equator. Reduced-to-equator anomalies proved more useful in quantitative considerations. Interpretations using 2D, $2^{1}/2$D and 3D models are for the most part space-domain best-fit inversions of anomalies. The magnetic data and interpretations have been compared with previous results from gravity data, geological mapping, remote sensing data, and geochronology for a meaningful study of the more distinct tectonic features and the structure and composition of the Upper Lithosphere in the area.

AKISHEV T.A., Association "Kazgeophysika" of the KazSSR Ministry of Geology, Alma-Ata; BEZGODKOV V.A., Turkmenian SSR Geological Department, Ashkhabad; ERKHOV V.A., ZAITCHENKO V.Yu., Ministry of Geology of the USSR, Moscow; IVANOVSKAYA L.V., KARUS E.V., KRASNOPEVTSEVA G.V., LOPATINA N.P., RAZINKOVA M.I., PHYRSOVA D.B., SCHUKIN Yu.K., Association "Neftegeophysika" of the USSR Ministry of Geology, Moscow; MANDELBAUM M.M., Association "Irkutskgeophysika" of the USSR Ministry of Geology, Irkutsk; YUDAKHIN F.N., Seismology Institute of KirgizSSR Ac.Sci., Frunze, USSR

EARTH CRUST AND UPPER MANTLE OF ZONES OF SEISMIC HAZARD OF THE USSR

1. The scientific branch of studying of seismic hazard regions and rupture zones of large earthquakes by complex of regional geophysics and geophysical prospecting is developing in the USSR. The structure properties and conditions of medium and also characteristics of moderm geodynamic processes in the Earth crust and upper mantle are studied. They are the problems of long-time seismic hazard prediction.
2. The most special characteristics for seismogeneous media filled with earthquake ruptures are anomalous velocity differentiation, presence of high- and low (wave channels)-velocity inclusions, increasing of the crust thickness and consolidated part of the crust, complicative shape of subhorizontal boundaries and changeble physical properties, large amount of subvertical and subhorizontal contacts (faults), anomalous and vivid anisothropy of elastic properties, regional decreasing of seismic waves velocity on the top of mantle, hetherogeneous and weak correlation of seismic boundaries within the crust, layering of boundaries near the bottom of the crust, distinct variations of wave field. The earthquake ruptures are connected with those layers and blocks of the crust which are characterized by gradient changes of physical parameters and also with blocks of maximal viscosity and possibility of quasibrittle defor-

mations; with linear zones of positive magnetic anomalies and with contacts between different density media; with layers and blocks with anomalous electric conductivity.
3. Geophysical indicators of seismogeneous media and their associations change along lateral and vertical directions and aren't similar to large regions of seismic hazard and to their individual parts.
4. Individualization of media according to seismicity indicatory allows to classify earthquake ruptures belonging to media with different deformability and ability to keep their integrity.

АКИШЕВ Т.А., Объединение "Казгеофизика" Мингео КазССР, г.Алма-Ата; БЕЗГОДКОВ В.А., Управление геологии ТССР, г.Ашхабад; ЕРХОВ В.А., ЗАЙЧЕНКО В.Ю., Мингео СССР, г.Москва; ИВАНОВСКАЯ Л.В., КАРУС Е.В., КРАСНОПЕВЦЕВА Г.В., ЛОПАТИНА Н.П., Объединение "Нефтегеофизика" Мингео СССР, г.Москва; МАНДЕЛЬБАУМ М.М., Объединение "Иркутскгеофизика" Мингео СССР, г.Иркутск; РАЗИНКОВА М.И., ФИГСОВА Л.Б., ШУКИН Ю.К., Объединение "Нефтегеофизика" Мингео СССР, г.Москва; ЮДАХИН Ф.Н., Институт сейсмологии АН КиргССР, г.Фрунзе, СССР

ЗЕМНАЯ КОРА И ВЕРХНЯЯ МАНТИЯ СЕЙСМООПАСНЫХ ЗОН СССР

I.В СССР успешно развивается научное направление – изучение сейсмически опасных регионов и очаговых зон крупных землетрясений комплексом методов региональной и разведочной геофизики. Изучаются структура, свойства и состояние среды, характер современных геодинамических процессов в коре и верхней мантии, то есть задачи, связанные с решением вопросов долговременного прогнозирования сейсмической опасности.
2.Для сейсмогенных сред, насыщенных очагами землетрясений, наиболее характерными признаками их современной активности являются: аномальная скоростная дифференциация; наличие высоко- и низкоскоростных (волноводы) включений и слоев переменной мощности и глубины; повышенные мощности земной коры и ее консолидированной части; сложная форма субгоризонтальных границ и меняющиеся физические свойства; насыщенность разреза коры субвертикальными контактами и разломами; аномальное поглощение и резкая анизотропия упругих свойств; региональное понижение скорости продольных сейсмических волн на кровле мантии; неравномерная и слабая прослеживаемость сейсмических границ внутри коры; расслоенность границ у подошвы коры; заметные вариации волнового поля. Очаги землетрясений тяготеют к слоям и блокам среды с градиентными изменениями геофизических параметров, а также к блокам с максимальной вязкостью и способностью к квазихрупким разрушениям; к линейным зонам положительных магнитных аномалий и контактам сред с разными показателями плотности; к слоям и блокам с аномальной электрической проводимостью.
3.Геофизические признаки сейсмогенных сред изменяются по латерали и по разрезу литосферы и неодинаковы как для крупных сейсмоопасных регионов, так и для отдельных их участков.

4. Индивидуализация сред по признакам, информативным на сейсмичность, позволяет типизировать очаги землетрясений на группы с разной предрасположенностью к деформациям и разрывам сплошности соответствующих этим типам землетрясений сред. Описываются примеры новых подходов к ратированию сейсмической опасности по комплексу данных.

ALEINIKOV A.L., BELLAVIN O.V., DIAKONOV B.P., KRASNOBAEVA A.G., KUZNETSOV A.A., Institute of Geophysics of the Ural Center of the USSR Academy of Sciences, Sverdlovsk, USSR

DEEP STRUCTURES OF THE URALS AND THEIR CONNECTION WITH THE PLANETARY ANOMALIES

The Urals is a part of one of the largest intercontinental lineaments, which, in respect of its length can be compared to mid-oceanic ridges. This superlineament, named Ural-Oman, separates the East-European platform from the West-Siberian plate on the north, southwards it crosses the Turanian and south east periphery of the Aravian plates, along the whole of its length coinsiding with the step of gravitation geopotential., which, in its turn is crossed by a number of linear diagonal structures of the Tyman-Kokchetav and Caucasus-Kopet-Dag type. The most complete data of the structure and dynamics of the development of the Ural-Oman lineament was obtained as a result of geologic and geophysical and geodynamical researches carried out in the Urals. It is stated that the Urals and adjacent plarform areas differ in principle in structure and earth crust composition in the upper part of the section, including the complex of eugeosynclinal formations and platform cover. Differences in structure and physical properties of lower strata are less significant. According to deep seismic sounding and magnetotellurium sounding the Urals present a specific region by its particularities in the structurs and physical properties of upper mantle, traced down to 100-200 km. The mentioned particularities of geoelectric section of the lithosphere had been observed to the south from the Urals where the superlineament could be traced in gravitation and magnetic fields and from the space. Structural-tectonical location and considerable parameters of the Ural-Oman lineament allow to put forward the question of its structure and mechanism of its formation as one of fundamental problems of geology, the solving of which may give the key to the understanding of the process of development of the lithosphere of the studied region in the whole and of the Urals in particular.

АЛЕКСЕЕВ А.Л., БЕЛЛАВИН С.В., ДЬЯКОНОВ Б.П., КРАСНОБАЕВА А.Г., КУЗНЕЦОВ А.А., Институт геофизики УНЦ АН СССР, г.Свердловск, СССР

ГЛУБИННАЯ СТРУКТУРА УРАЛА И ЕГО СВЯЗЬ С ПЛАНЕТАРНЫМИ АНОМАЛИЯМИ

Урал является частью одного из крупнейших внутриконтинентальных линеаментов, соизмеримого по протяженности со срединными хребтами океанов. Этот суперлинеамент, получивший название Урало-Оманского, разделяет на севере Восточно-Европейскую платформу и Западно-Сибирскую плиту, а южнее пересекает Туранскую и юго-восточную окраину Аравийской, на всем своем протяжении совпадая со ступенью гравитационного геопотенциала. В свою очередь, он пересекается рядом прямолинейных диагональных структур типа Тимано-Кокчетавской и Кавказско-Копетдагской.

Наиболее полный объем данных о строении и динамических условиях развития Урало-Оманского линеамента получен в результате геолого-геофизических и геодинамических исследований на Урале. Здесь установлено, что Урал и сопредельные области платформ коренным образом различаются по строению и составу земной коры в верхней части разреза, включающей комплекс эвгеосинклинальных образований и платформенного чехла. Различия строения и физических свойств нижележащего структурного этажа коры менее значительны.

По данным глубинных сейсмических и магнитотеллурических зондирований Урал выделяется по особенностям структуры и физических свойств верхней мантии, прослеживаемым на глубину 100–200 км.

Отмеченные особенности геоэлектрического разреза литосферы обнаружены и к югу от Урала, где суперлинеамент прослеживается в гравитационном и магнитном полях и по наблюдениям из космоса.

Структурно-тектоническое положение и значительные размеры Урало-Оманского линеамента выдвигают вопрос о его строении и механизме образования в ряд фундаментальных проблем геологии, решение которых может дать ключ к пониманию процесса развития литосферы рассматриваемого региона в целом и Урала в частности.

ALEKSEEV A.S., MIKHAILENKO B.G., Computing Center of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Novosibirsk, USSR

RESULTS AND PERSPECTIVES OF THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL SIMULATION OF SEISMIC FIELDS FOR COMPLEX SUBSURFACE GEOMETRIES

At present, mathematical simulation of seismic fields gains more and more importance, since problems which occur in seismic methods of studying geological structure of the Earth, become more complicated.

Since mathematical simulation in seismology and seismic prospecting

is carried out on the basis of the dynamic elasticity theory with variable coefficients, the problem reduces to the development of efficient methods of the solution of such problems and carrying out computational experiments, which simulate seismic field investigations.

The paper describes a numerically-analytical method of the solution of multi-dimensional problems of seismic wave propagation for complex subsurface geometries.

The approach stated here is generalized on inhomogeneous, inelastic, anisotropic and porous media.

The results of numerical studies of physics of seismic wave propagation in inhomogeneous media are given. New, nonclassical types of seismic waves are discovered, which do not follow the laws of geometrical seismics. Such waves were quantitatively studied.

Some aspects connected with the perspectives of further development of mathematical simulation in seismic studies are discussed.

АЛЕКСЕЕВ А.С., МИХАЙЛЕНКО Б.Г., Вычислительный центр СО АН СССР, г. Новосибирск, СССР

РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В СЛОЖНО ПОСТРОЕННЫХ СРЕДАХ

Математическое моделирование сейсмических полей приобретает в настоящее время все большее значение в связи с усложнением задач, которые ставятся перед сейсмическими методами изучения геологического строения Земли.

Поскольку математическое моделирование в сейсмологии и сейсморазведке проводится на основе динамической теории упругости с переменными коэффициентами, то проблема сводится к созданию эффективных методов решения таких задач и проведению на основе созданных алгоритмов вычислительных экспериментов, моделирующих полевые сейсмические исследования.

В работе изложен численно-аналитический метод решения многомерных задач по теории распространения сейсмических волн для сложно построенных моделей сред.

Указанный подход обобщается на неоднородные неупругие, анизотропные и пористые среды.

Приведены результаты численных исследований физики распространения сейсмических волн в неоднородных средах. Обнаружены и количественно исследованы новые типы сейсмических волн, которые не подчиняются законам геометрической сейсмики.

Обсуждаются вопросы, связанные с перспективой дальнейшего развития математического моделирования при сейсмических исследованиях.

ALSINAWI S.A. and BABAN S.J., Department of Geology College of Science University of Baghdad Jadiriyah, Baghdad, Iraq

SEISMICITY OF THE HEMRIN AREA - NORTH CENTRAL IRAQ

Microearthquake monitoring of the hemrin area bounded by longitudes 44-46 E and latitudes 33.30 - 34.30 N was acrried out during the late spring and early summer of 1982; using a quadratic array of short period single components portable units.
A total recording of more than 1450 hours was obtained, from which 1200 event of different epicentral location were recognized. The rate of occurrence during the recording period was 3.66 event/day whereas the rate of the local events was 0.93 event/day.
Earthquake swarms were noticed and recorded in the area, they are attributed to local surface faulting.
The seismicity of the area which was estimated as moderate is discussed with reference to regional tectonics and local geological environment.
The magnitudes (M_D and M_{WA}) and the epicentral distances of 200 events were computed and some seismological engineering parameters of the area such as PGA and return periods were computed and discussed for the area.

ALSINAWI S.A and ISSA A.S., Department of Geology College of Science University of Baghdad, Iraq

THE SEISMICITY AND SEISMOTECTONICS OF IRAQ

This investigation covers an area bounded by longitudes 37-50 E and latitudes 27-38 N. The seismicity of the area for the period 1900-1980 in addition to the historical data is evaluated.
More than 66% of these events are of magnitude 4-5 on Richter scale; 53% of the events are of focal depth ranging between 30-50 kms. The yearly average of the energy release is estimated at 4.6×10^5 joules. Depending on the time space relationship the eighty year period is divided into three main periods with different average rate. The overall seismicity of the area is found to be of the intermediate type.
Based on the tectonic setting and the seismicity, a seismotectonic map is constructed for the area under investigation. It shows the focal distribution of the events to follow the Zagros - Tauros belt; concentraiting mainly on the simple folds. Most of the fault planes were found to be parallel to the Zagros - Tauros belt and the tectonic forces and found to have acted perpendicular to the strike of the geologic structures.

AMINI M., Engineering Departement of Geological Survey of Iran

THE BEHAVIOUR OF THE MORTARY AND TRADITIONAL BUILDING AGAINST EARTHQUAKES

Iran is located in a highly seismic part of the world, and many parts of the Country have frequently been destroyed by Catastrophic earthquakes.

During the Past 82 years alone, Casualties numbered about 60.000, for example the Catastrophic earthquake of Dasht-e-Bayaz (1968), which occurred in an area of low population density caused loss of lives of about 12.000 persons, I80 villages destroyed and 12.000 houses levelled to the ground, rendering 70.000 people homeless.

This paper aims at studying all the damaged houses from the earthquake's engineering viewpoints (i.e. shape of the buildings, domestic materials used for mortary building and lastly, behaviour of such building against earthquakes), that occurred in "GHAENAT" earthquake being situated in south "KHORASSAN" Province, northeast "IRAN".

The earthquake was of magnitude Mb=6.2 that Struck the area on the November I9th, 1979 at 02,21,22" G.M.T. equal to 0.5.50^{hrs} (local time).

The earthquake caused extensive damage in an area of I800 km^2 Killing I7I people, and injuring 271.

About 50% of the entire buildings including I600 dewelling unites were destroyed.

ANGELOPOULOS A., Inst.Geol.Min.Expl.,Athens, SOTIRIS N.I., Inst. Geol.Min. Expl., Athens, Greece

AIRBORNE GEOPHYSICS AND MINERAL EXPLORATION IN GREECE

Almost ninety percent of the country in Greece has been covered by Airborne Magnetics (AM) for mapping, oil and mineral exploration purposes. Even though the results of these surveys have not been interpreted in detail using modern processing technics, they have made significant contribution to our mineral exploration activities. During a joint programme between I.G.M.E. (Greece) and B.G.R. (FRG) which started in 1979 different metallogenetic districts of Northern Greece were flown with modern Heliborne EM(HEM) methods. The results of three geophysical surveys, where the direct exploration approach was followed (Airborne Geophysics Ground Geophysics Drilling), are presented. In all these three cases the AM and the HEM results are positive and demonstrate the

capability of the Airborne Geophysics in guiding the exploration activities from the early exploration stages towards the detection (direct or indirect) of mineral occurrences

APARIN V.P., Institute of Phusics of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Krasnoyarsk, USSR

RATE VARIATIONS OF LITHOSPHERIC PLATE DISPLACEMENT AND PERIODICITY OF TECTOGENESIS IN PHANEROZOIC

Periodicity of paleomagnetic reconstructions and its correlation with the recurrence of tectogenesis was revealed in works of Khramov(1958) and Irving (1964). Subsequent computations of the paleomagnetic poles and tectonic plates velocities support this conclusion (Kravchinsky, Shainman, Aparin, Van der Voo, Gordon and Cox, and other). Detailed research of the average relative rates of continental blocks was computed by Blackett (1960) method. It shows, that a collision of continent is terminated by braking (for instance S_2 - D_1, Caledonides; C_2-C_3, Hercynides). Fast rates are typical for the beginning phase of the collision. The other situation is on the active margins of continents, where subduction is the main reason of tectogenesis. The direct proportional dependence here is observed between plate velocity and volcanic activity for Cenozoic Pacific margins (Vogt, 1976; Abramovich, Klushin, 1978) and total for continental segment of crust in Phanerozoic (Aparin, 1982).

On the other hand it has been brought out that intervals of fast rates coincide with epochs of ocean opening and large displacement of Pangea (Aparin, 1980). The intensive development processes of subsidence riftogenesis, trap magmatic activity is typical for these epochs. In particular sedimentary rhythms of N.American and E.European cratons covers (Closs, 1960; Ronov, 1969) concurrent with its intervals of fast rates (Aparin, 1983). The same ratio is exposed for the largest oil basins of Laurasian continents, that correlates the intracontinental tectogenesis, the processes of destruction and consolidation of the crust with plate velocity variations.

Thus the chronological correlation of plates velocity rhythms with tectogenesis epochs, with intervals of intensive subsidence and volcanic activity leads to the conclusion of dominant role of plate velocity variations in tectogenesis periodicity.

АПАРИН В.П., Институт физики СО АН СССР, г.Красноярск, СССР

ВАРИАЦИИ СКОРОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ В ФАНЕРОЗОЕ И ПЕРИОДИЧНОСТЬ ТЕКТОГЕНЕЗА

В работах А.Н.Храмова (I958) и Ирвинга (I964) зафиксирована периодичность палеомагнитных перестроек, коррелируемая с цикличностью тектогенеза. Различные расчеты скорости плит и полюсов (Кравчинский, Шейнманн, Апарин, Ван дер Воо, Гордон, Кокс и др.) подтвердили эту корреляцию, установили наличие вариаций скорости перемещения литосферных блоков и привели к заключению о связи высоких значений скорости плит с эпохами тектогенеза. Детальное изучение вариаций относительной скорости плит (на основе метода Блакетта) показывает, что процесс коллизии континентов заканчивается торможением в эпоху их плотного сочленения ($S_2 - Д_I$, каледониды; $C_2 - C_3$, герциниды), а высокие скорости характерны для начальной фазы коллизии. Иная ситуация имеет место на активных окраинах континентов, где тектогенез обусловлен субдукцией. Здесь установлена прямая пропорциональная зависимость между скоростью плит и интенсивностью вулканизма, что детально показано для кайнозоя Тихоокеанского побережья (Фогт , I976; Абрамович, Клушин, I978),и в целом для фанерозоя континентального сегмента Земли (Апарин, I982). С другой стороны, установлено увеличение скорости плит, связанное с раскрытием океанов ($C_3 - O_I$, $Д_3 - C_I$, $I_2 - K_I$) и крупными перемещениями ($P_2 - T_I$) группировок материков (Апарин, I980). Эти эпохи характерны интенсивным развитием процессов погружения коры, рифтогенеза, траппового магматизма на докембрийских платформах. В частности, ритмы осадконакопления на Северо-Американской платформе, выделенные Л.Клоссом(I960) и на Восточно-Европейской - А.Б.Роновым (I969), совпадают с ритмами изменения средней относительной скорости плит (Апарин, I983) . Аналогичные соотношения выявлены для крупнейших нефтегазоносных бассейнов лавразийских материков, что связывает внутриконтинентальный тектогенез, процессы деструкции и консолидации коры с вариациями скорости плит. Таким образом, хронологическая корреляция ритмов скорости плит с эпохами тектогенеза, с погружениями в бассейнах континентов, с интенсивностью вулканизма, приводит к заключению о доминирующей роли вариаций скорости плит в периодизации тектогенеза.

4584

2. Зак. 1413

APTEKMAN J.Ya., AREFYEV S.S., GRAIZER V.M., PLETNEV K.G., SHEBALIN N.V., Institute of Physics of the Earth of the USSR Academy of Sciences, Moscow; TATEVOSYAN R.E., Institute of Geophysics and Earthquake Engineering of the ArmSSR Academy of Sciences, Leninakan, USSR

PLACING AND BEHAVIOUR OF LARGE EARTHQUAKE SOURCES IN GEOLOGICAL STRUCTURES

1. Parametrization of large earthquake sources, their attachment to geological structures and their development in time starting from the first strong shock are considered. In order to meet requirements of such problems as seismic zoning, earthquake prediction and pre-estimation of earthquake forces, the parametrization should include description of the source location, its geometry, energetic level and radiation features. The actual accuracy of several source parameters such as seismic moment, focal mechanism, etc. is estimated and found inadequate to their wide uncontrolled use in routine geodynamic calculations. Some new techniques are developed, namely, estimation of source size, magnitude and moment from macroseismic data; full (oscillating+remnant) displacement measurement at the near-field zone by seismometric means and estimation of the seismic moment from them.
2. Actual placing of some largest earthquake sources in the USSR was considered. Tectonic conditions for genesis of earthquake of a given magnitude are evaluated. Generally, all largest shocks are directly connected with big faults. At the same time some events with $M > 6.5$ were detected with no clear tectonic control.
3. Three main types of the source behaviour after occurrence of first strong shock were detected: the Skopjean type (normal series of rather weak aftershock under Both's limit), the Tashkent type (heavy sequence of very strong aftershocks, the Gazlian type (swarm of 2 to 3 event with M increasing). The first type tends to be connected with the linear geological structures, while the second and, especially, the third ones tends to tectonic junctions; the second and the third types are more typical of re-mobilization zones and intraplate structures. Some parameters of double or triple events are studied and some caution estimations of the occurrencetime for next strongest shocks are given.

АПТЕКМАН Ж.Я., АРЕФЬЕВ С.С., ГРАЙЗЕР В.М., ПЛЕТНЕВ К.Г., ШЕБАЛИН Н.В., Институт физики Земли АН СССР, г.Москва; ТАТЕВОСЯН Р.Э., Институт геофизики и инженерной сейсмологии АН АрмССР, г.Ленинакан, СССР

РАЗМЕЩЕНИЕ И ПОВЕДЕНИЕ БОЛЬШОГО СЕЙСМИЧЕСКОГО ОЧАГА В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ

I. Рассмотрены вопросы параметризации больших очагов землетрясений, их приуроченность к геологическим структурам и их развитие во време-

ни с момента первого сильного толчка. Для решения задач сейсмической опасности, прогноза землетрясений и сейсмических воздействий параметризация должна включать описание местонахождения очага, его геометрии, энергетического уровня и структуры излучения. Показано, что современная точность рядовых оценок механизма очага, сейсмического момента и др. не оправдывает бесконтрольного их применения в геодинамических расчетах. Развиты новые методы: оценка размеров очага, магнитуды и сейсмического момента по макросейсмическим данным; измерение методами сейсмометрии полного (колебания + остаточное смещение) движения в ближней зоне и определения по нему сейсмического момента.

2. Изучено пространственное положение очагов ряда сильнейших землетрясений СССР. Определены тектонические условия генерации землетрясений заданной магнитуды. При общей приуроченности очагов больших землетрясений к крупным разломам выявлены случаи, когда очаги землетрясений с магнитудой более 6,5 не имеют ясного тектонического обоснования.

3. Выделены три типа поведения очага после первого сильного толчка: Скопский (относительно слабые афтершоки ниже предела Бота), Ташкентский (тяжелая серия очень сильных афтершоков), Газлийский (рой из 2-3 событий с возрастанием M). Скопский тип тяготеет к линейным структурам, Ташкентский и особенно Газлийский - к сложным пересечениям линеаментов. Ташкентский и Газлийский типы более характерны для зон ремобилизации и внутриплитовых структур. Для очагов Газлийского типа изучены параметры пар событий; намечены возможности оценки времени последующих более сильных толчков.

ARTEMJEV M.E., Institute of Physics of the Earth of the USSR Akademy of Scieces, Moscow, USSR

ISOSTATIC COMPENSATION OF OROGENIC BELTS

Study of isostasy as well as the models of isostatic compensation of different mountain regions can provide valuable information about the processes responsible for orogenesis. The widespread opinion that intensive isostatic gravity anomalies, typical for many mountain areas, reflect significant isostatic disturbances is a false one. The reason is that the classical models of isostatic compensation do not include density inhomogeneities of the crust and subcrustal layer which are typical for the mountain regions and badly match to modern geophysical data on the crustal and subcrustal structure of different mountain belts. The analysis of possible models of the mountain regions isostatic compensation, based on the available data about the Earth crust and upper mantle structure and interpretation of different components

of the gravity field, have lead to conclusion that on the Earth there are two principally different types of mountain-buildings.The first type is represented by alpine geosinclyne orogenic belts. The Caucasus is the typical example.The second type includes mountain-buildings originated during cenozoic tectonic activation of some areas wich passed through platform stage of evolution before cenozoic time. The Tien Shan is the example. The main difference in isostatic compensation of the two types of mountain areas is as follows. The isostasy of alpine orogenic belts is mainly provided by the crustal thickness variations. The isostasy of mountains, originated during the activation of precenozoic platform areas, is supported equally by crustal and subcrustal density variations. Different ways of isostatic compensation reflect principally different nature of the two types of mountain-buildings. In some areas on the Earth these two types of mountain-building processes are superimposed. The southern Tien Shan and the Pamirs are the samples. The acceleration of errosional processes following by uplift of mountain areas and isostatic compensation of corresponding mass redistribution may considerably amplify contrasting vertical movements of the crustal blocks inside the mountain areas.

АРТЕМЬЕВ М.Е., Институт физики Земли Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ИЗОСТАТИЧЕСКАЯ КОМПЕНСАЦИЯ ОРОГЕННЫХ ОБЛАСТЕЙ

Изучение изостатической уравновешенности и моделей изостатической компенсации горных районов позволяет получить важную информацию о процессах, ответственных за горообразование. Представления о существовании крупных нарушений изостатического равновесия в областях современного горообразования во многих случаях ошибочны, так как основаны на данных об изостатических аномалиях силы тяжести, полученных для изостатических моделей, которые плохо согласованы с имеющимися сейчас данными о плотностных неоднородностях земной коры и подкорового слоя. Анализ возможных моделей изостатической компенсации горных районов, построенных с учетом имеющейся геофизической информации о строении земной коры и подкорового слоя, основанный на интерпретации различных составляющих поля силы тяжести, указывает на существование двух принципиально отличных типов горных сооружений. К первому типу относятся альпийские постгеосинклинальные орогены, типичным примером которых является Кавказ. Ко второму типу относятся горные сооружения типа Тянь-Шаня, возникающие на стадии послеплатформенной активизации тектонических движений. Основным отличием изостатической компенсации этих двух типов горных об-

ластей является то, что изостазия постгеосинклинальных орогенов обеспечивается изменениями мощности земной коры при подчиненной роли коровых и подкоровых плотностных неоднородностей, а изостазия орогенов, возникших на платформенном основании, обеспечивается как плотностными неоднородностями подкорового слоя и земной коры, так и вариациями мощности коры. Отличия способов изостатической компенсации отображают принципиальные различия природы образования двух основных типов горных сооружений. В некоторых районах Земли имеет место суперпозиция двух типов процессов горообразования. Примером является Памир и прилегающие к нему районы южного Тянь-Шаня. Резкое усиление воздействия экзогенных факторов на воздымающиеся горные сооружения и изостатическая компенсация последствий этих воздействий могут многократно усиливать контрастность вертикальных движений отдельных блоков земной коры горных областей.

BABUŠKA V., PLOMEROVÁ J., Geophysical Inst., Czechosl.Acad.Sci., Czechoslovakia
ŠÍLENÝ J., Inst. of Geology and Geotectonics, Czechosl.Acad.Sci., Czechoslovakia

ANISOTROPIC STRUCTURE OF THE LOWER LITHOSPHERE IN CENTRAL EUROPE

The systematic spatial variation of relative P residuals reduced to the M-discontinuity under Central European seismic stations is caused by the combined effects of inhomogeneities and anisotropic structures within the subcrustal lithosphere. Lateral inhomogeneities are mainly due to undulations of the lithosphere-asthenosphere boundary. The existence of large-scale anisotropic structures is derived from spatial diagrams of the residuals which show systematically early arrivals from one side and late arrivals from the oposite site at seismic stations within large tectonic units. The best fit for the observed P residuals is obtained for anisotropic structures dipping at angles between 30° and 50° with the velocity maximum oriented in the dip direction and the velocity minimum perpendicular to it. The P anisotropy of these structures of 6 to 9% agrees with the anisotropy determined by laboratory measurements of olivine-rich ultramafites. These frozen-in structures, dipping northward in the subcrustal lithosphere of the Saxothuringicum, Rhenish Massif, and southward in the Terla-Barrandian zone, Moldanubicum and the northern part of the Alps, may represent systems of some form of palaeosubductions. Like the roots of the Alpine palaeosubductions, these Variscian or older subductions still seem to be reflected in undulations of the lithosphere-asthenosphere boundary.

BADALIAN S.V., Institute of Geophysics and Earthquake Engineering of the ArmSSR Academy of Sciences, Leninakan, USSR

SUBSURFACE GEOPHYSICAL PROSPECTING AT THE ARMENIAN ORE DEPOSITS

For the last years on the stage of detailed and operational prospecting of the deposits the subsurface versions of various geophysical methods are being widely used. The priority of the Institute of Geophysics and Earthquake Engineering of the Armenian SSR Academy of Sciences is indicated in the development of subsurface analogues of electro-prospecting methods of the natural electric field (NEF); erratic currents (ES), caused polarization (CP) and super-long-waved radiokeeps (SLWR). On the basis of geophysical research experience in subsurface mining exploring openings of the Armenian SSR ore deposits side by side with the above mentioned methods of gravitational prospecting, electric correlation (MEC) and X-ray radiometry (RRM) are being recommended; the latters have been rather improved from the systematic point of view. The estimation of the subsurface analogue of either geophysical method is given, the possibilities and peculiarities of the subsurface researches are pointed out, their advantages are proved upon concrete examples. The methods of subsurface observations and interpretation methods for the whole media are recommended. The methods how to avoid various preventing factors during the geophysical observations in the subsurface mining exploring openings have been suggested. The rational complex of geophysical methods, applicable to the fundamental types of the Armenian SSR ore deposits on various stages of their investigation are being considered. For all this optimal combination of subsurface and superficial observation variants for estimation on the deposit prospects at flanks and deep horizonts is suggested. The high geological effectiveness of the rational combination of superficial and subsurface geophysical observations at the ore deposits of the Republic during revealing the new ore regions with the industrial maintenance of these metals is mentioned.

БАДАЛЯН С.В., Институт геофизики и инженерной сейсмологии Академии наук Армянской ССР, г.Ленинакан, СССР

ПОДЗЕМНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ РАЗВЕДКА НА РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ АРМЯНСКОЙ ССР

На стадии детальной и эксплуатационной разведки рудных месторождений в последние годы широко применяются подземные варианты различных геофизических методов. Указывается приоритет ИГИС АН АрмССР в разработке подземных аналогов электроразведочных методов естественного электрического поля (ЕП), блуждающих токов (БТ), вызванной по-

ляризации (ВП) и сверхдлинноволновый вариант радиокип (СДВР). На основании опыта геофизических исследований в подземных горных выработках рудных месторождений АрмССР наряду с разработанными (указанными выше) рекомендуются также методы гравиразведки, электрической корреляции (МЭК) и рентгенорадиометрии (РРМ), получившие значительное усовершенствование в методическом отношении. Дается оценка постановки подземного аналога того или иного геофизического метода, указываются возможности и особенности подземных наблюдений, на конкретных примерах доказывается их преимущество. Рекомендуются методика подземных наблюдений и приемы интерпретации для условий полного пространства. Предлагаются способы учета различных мешающих факторов при производстве геофизических наблюдений в подземных горных выработках. Рассматривается рациональный комплекс геофизических методов применительно к основным типам рудных месторождений АрмССР на различных стадиях их изучения. При этом предлагается оптимальное сочетание подземных и наземных вариантов наблюдений для оценки перспектив месторождений на флангах и в глубоких горизонтах. Отмечается высокая геологическая эффективность рационального сочетания наземных и подземных геофизических наблюдений на рудных месторождениях республики при выявлении новых рудных зон с промышленным содержанием искомых металлов.

BAGRAMYANTZ V.O., BUDANOV V.G., VESELOV K.E., All-Union Research Institute of Geophysical Exploration of the USSR Ministry of Geology, Moscow; PASHKO V.F., SAPOZHNIKOV B.G., Pacific Ocean Expedition of the USSR Ministry of Gas-Industry, Yuzhnosakhalinsk, USSR

ELEVATION OF THE RESOLUTION POWER AND GEOLOGICAL INFORMATION CAPACITY OF GRAVIMETRIC OCEAN MEASUREMENTS

New gravimeters of the GMN-VNII-Geofizika series developped and used in the 70s are a new stage in ocean studies and its use in surveys is comparable by its quality and exactitude with measurings carried out in the dry land. Rational methods of surveying and interpretation of the gravimetric and navigational data were developped. An exactitude of 0.2-0.4 mgal in the shelf and 0.5-1.0 mgal in the open sea were attained. During the studies of the potentially petroliferous areas in the shelf of the Sakhaline islands. The high exactitude of gravimetric surveys combined with the recorded and analyzed seismic exploration data gave a good geological effect.

In general, domes of petroliferous structures are marked in the Δg profiles as local minimums with 0.4-I.0 mgal intensities. 3D modelling of structures and the refining of the geologocal profile

were carried out using a Sayber-172 computer and programs developed by the Pacific Ocean Expedition. Local anomalies were found and integrated, these anomalies correlate from one profile to another, with intensities up to 0.5 mgal, and are related, among others, to oil and gaz carrying horizons. The higher exactitude of the oceanic gravimetric measures allowed us to solve on a new level the problem of the reconstruction of the contact surfaces linked to the lower horizons of sedimentary deposits and the crystaline basament. The gravimetric method is particularly effective in the study of structures affected by considerable number of faults i.e. when the seismic data are difficult to interpret.

БАГРАМЯНЦ В.О., БУДАНОВ В.Г., ВЕСЕЛОВ К.Е., Всесоюзный научно-исследовательский ин-т геофизических методов разведки Мингео СССР, г. Москва; ПАШКО В.Ф., САПОЖНИКОВ Б.Г., Тихоокеанская экспедиция Мингазпрома СССР, г. Южно-Сахалинск, СССР

ПОВЫШЕНИЕ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАТИВНОСТИ МОРСКИХ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Создание в конце 70-х годов и внедрение в практику новых набортных пружинных гравиметров серии ГМН-ВНИИГеофизика определило переход к новому этапу морских исследований - выполнению съемок, сравнимых по детальности и точности с измерениями на прилегающих к акваториям участках суши. Разработана рациональная методика съемки и последующей обработки гравиметрических и навигационных данных. В результате достигнуты точности 0,2-0,4 мгал на шельфе и 0,5-1,0 мгал в открытом океане. При изучении нефтеразведочных площадей на шельфе о. Сахалин была четко отмечена геологическая эффективность высокоточной гравиметрической съемки, выполненной и проинтерпретированной совместно с сейсморазведочными исследованиями. Своды нефтегазоносных структур на профилях Δg отмечаются, как правило, локальными минимумами интенсивностью 0,4-1,0 мгал. Объемное моделирование структур и уточнение геологического разреза выполнено с использованием как математического обеспечения ЭВМ "Сайбер-172", так и с помощью программ, созданных в Тихоокеанской экспедиции. В результате удалось выделить и проинтерпретировать коррелируемые от профиля к профилю локальные аномалии Δg малой интенсивности (до 0,5 мгал), связанные, в частности, с нефтегазоносными горизонтами пород. Кроме того, повышение точности морской гравиметрической съемки позволило на новом уровне решать задачу воссоздания контактных поверхностей, связанных с нижними горизонтами осадочной толщи и с кристаллическим фундаментом. Гравиметрический метод оказался особенно эффективным при исследовании структур, нарушенных многочисленными разломами, то есть в условиях, когда сейсморазведочные данные становятся трудно интерпретируемыми.

BALASANYAN S.Yu, Polytech. Inst., Mining Faculty, Chita, USSR

NEW REPRESENTATIONS ABOUT NATURAL POLARIZATION (NP) PROCESS OF MINING FIELDS

It is proved in the paper that the consideration of the Earth as a closed system in which spontaneous electrochemical processes occur is a particular case of more general ideas. Processes which occur in the Earth(particularly natural polarization) are actively interacted with external physical fields (particularly magnetotelluric).

It is shown that the increasing charge accumulation in double electric layers at depth results in natural polarization caused by magnetotelluric fields by the action of rectified telluric currents in the mineralized earth contour. This produces a rather intensive field of accumulated charge which polarizes ore areas. Simultaneously polarization is valid at vertical contacts of orebodies caused by the vertical component of telluric currents.

Taking into account mutual polarization of ore minerals natural polarization field is described on the surface of the earth on the base of multipolar theory of Gunter-Heinrich.

Field experiments carried out in different mineralized regions of the USSR determined theoretical conclusions.

Natural polarization field changes in time according to the laws of magnetotelluric field changes. Intensity of natural polarization even above undeeply buried orebodies may change from background values to the anomalous ones. The anomaly sign may be both negative and positive. The anomaly shape depends on the slope of electrically conductive canals.

БАЛАСАНЯН С.Ю., Читинский политехнический ин-т, горный факультет, г. Чита, СССР

НОВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРОЦЕССЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ (ЕП) РУДНЫХ ОБЪЕКТОВ

В докладе обосновывается, что рассмотрение Земли как замкнутой системы, в которой происходят спонтанные электрохимические процессы, является частным случаем более общих представлений - процессы протекающие в Земле (в частности, естественная поляризация) находятся в активном взаимоотношении с внешними физическими полями (в частности, магнитотеллурическими).

Показано, что к процессу ЕП, вызванному магнитотеллурическими по-

лями, приводит увеличивающееся с глубиной накопление зарядов в двойных электрических слоях под действием выпрямленных в контуре рудной залежи теллурических токов. Это образует весьма интенсивное поле накопленного заряда, поляризующее рудную залежь. Одновременно на вертикальных контактах рудных тел действует поляризация, вызванная вертикальной составляющей теллурических токов. На основе мультипольной теории Гюнтера-Гейнриха описано поле ЕП на поверхности Земли с учетом взаимной поляризации рудных образований.

Натурные эксперименты, проведенные в различных рудных районах СССР, подтвердили теоретические выводы.

Поле ЕП меняется во времени по законам изменения магнитотеллурических полей. Интенсивность ЕП даже над неглубокозалегающими рудными телами может меняться от фоновых значений до аномальных. Знак аномалии может быть и отрицательным, и положительным. Форма аномалии зависит от угла падения токопроводящих каналов.

BALESTA S.T., Institute of Volcanology of the Far East Scientific Center of the USSR Academy of Sciences, Petropavlosk-Kamchatsky, USSR

CRUSTAL STRUCTURE AND MAGMA CHAMBERS IN THE KAMCHAT REGIONS OF RECENT VOLCANISM ACCORDING TO GEOPHYSICAL DATA

The paper considers the geophysical data on the peculiarities of crustal structure and upper mantle in the regions of recent volcanism in Kamchatka. The data of DSS and electromagnetic studies has revealed a crust-mantle transition layer existing beneath active volcanoes which is characterized by lower velocities of seismic waves and by higher electric conduction. A lateral increase of seismic wave velocities and densities has been detected in the monotypical crustal layers in approaching to volcanoes. Special studies connected with the procedures of seismic scanning and magnetotelluric sounding allowed us to establish two types of magma chambers beneath the recent Kamchat volcanoes: the main (or primary) magma chambers located close to the bottom of the crust in the crust-mantle transition layer and the peripheral (or secondary) magma chambers located within the crust at depths from 2-3 to 10-20 km.

A study of the crust along the profiles in the different Kamchat regions has shown that the difference in composition of the

eruptive products depends greatly on the level and duration of reworking of the lower crustal parts and upper mantle in the transition layer.

БАЛЕСТА С.Т., Институт вулканологии ДВНЦ АН СССР, г.Петропавловск-Камчатский, СССР

СТРОЕНИЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ И МАГМАТИЧЕСКИЕ ОЧАГИ ОБЛАСТЕЙ СОВРЕМЕННОГО ВУЛКАНИЗМА КАМЧАТКИ ПО ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Рассмотрены геофизические данные об особенностях строения земной коры и верхней мантии областей активного вулканизма Камчатки. По данным ГСЗ и электромагнитных исследований установлено существование под активными вулканами переходного от коры к мантии слоя, обладающего пониженными скоростями сейсмических волн и повышенной электропроводностью. Выявлено латеральное увеличение скоростей сейсмических волн и плотностей в однотипных слоях земной коры при приближении к вулканам.Специальными исследованиями по методике просвечивания вулканов сейсмическими волнами от взрывов, а также по данным магнитотеллурических зондирований установлено существование двух типов магматических очагов под современными вулканами Камчатки: основных (или первичных) магматических очагов, располагающихся у подошвы земной коры, в переходном от коры к мантии слое и периферических (или вторичных) магматических очагов, располагающихся в пределах земной коры на глубинах от 2-3 до 10-20 км. На основе сравнительного изучения разрезов земной коры для различных областей современного вулканизма Камчатки, отличающихся разным составом продуктов извержений, показано решающее влияние уровня и длительности переработки нижних частей земной коры и верхней мантии в области переходного слоя.

BALTUCK M., Department of Geology, Tulane University, New Orleans, Louisiana, USA

PALEOMAGNETIC AND OXYGEN ISOTOPIC EVIDENCE FOR LONG TERM DIAGENESIS IN RADIOLARIAN CHERT, PINDOS MOUNTAINS, GREECE

Paleomagnetics was used in attempt to improve chronostratigraphy in the Middle and Upper Jurassic Radiolarian cherts and siliceous mudstones of the Pindos Zone, Greece. Pilot studies on remanent magnetism showed magnetic intensity, but the orientation of the pilot and subsequent samples taken was not systematic.

Petrographic studies reveal iron (1) in stylolitic stringers of insoluble residue in radiolarian packstone, (2) in the casts of radiolarian tests, and (3) disseminated in the matrix of radiolarian mudstone. Iron is clearly remobilized in cases 1 and 2 and probably case 3 in part. Orientation of some pressure solution features in

the radiolarites indicates their formation under horizontal pressure, a condition which in Pindos geologic history would only have occurred in the Early Cretaceous or during Cenozoic alpine tectonics. This indicates that very late diagenesis occurred in parts of this section.

A complication which could affect the rock magnetism is the possibility of remagnetization during sediment diagenesis such as the solution-precipitation steps of silica. To investigate the influence of host lithology on silica diagenesis rates in Pindos radiolarites a suite of different siliceous lithologies from the section was analyzed for δO^{18} composition of quartz.

Calculated paleotemperatures of quartz precipitation of these samples range from 12.6°C to 49.0°C and when considered with a rough sedimentation rate of 3.0m/my, a geothermal gradient of 50°C/km, and an initial bottom water temperature of 15°C (based on oldest bottom water paleotemperatures published: Early Cretaceous), the estimate of sediment age at time of quartz precipitation could range from 0 to 226/my, depending on the siliceous lithology. Faster sedimentation in overlying flysch would reduce this range.

From time of deposition to later times at which diagenesis can still be documented, the Earth's magnetic field reversed many times. With the systematic variation of rates of silica diagenesis in different host lithologies of the Pindos Zone, solution precipitation would occur at widely differing times throughout the section.

If the dissolution of the major cement of the rock were physically to free magnetic material from an earlier orientation on a submicroscopic scale, the result could be partial shift toward alignment with the ambient magnetic field.

Alternatively, complete reorientation of particles could have occurred at varying times in different parts of the section, varying as a function both of time and host lithology. During the northward movement and clockwise rotation of the Apulian subplate (including Pindos) these different lithologies could completely reorient during the last stages of silica diagenesis, locking the ambient magnetic alignment in iron present at time of quartz precipitation. Thus different rates of silicia diagenesis in different lithologies could account for the strong intensity but scattered orientation of rocks from the Pindos Zone.

BARONGO J.O., University of Nairobi, Department of Geology, Nairobi, Kenya

APPLICATION OF GEOPHYSICS IN THE SEARCH FOR METALLIC ORES IN WESTERN KENYA

Although Kenya is not a producer of metallic ore minerals, the country, however, takes much interest in the search for these vital resources and geophysical methods of exploration play a major role in this aspect. Some airborne and ground geophysical techniques recently applied in the Archean greenstone belt of Western Kenya for purposes of searching for massive sulphides proved to be quite successful. The geology here consists largely of Nyanzian rhyolites, andesites and basic lavas and Kavirondian mudstones. These are intruded in places by granitic bosses, dykes and sills and orphitic-quartz-diorite dykes. Mineralization con-

sists of some metallic sulphides, gold and silver. The Macalder copper-gold-silver mine which was the only major mine operated for just over thirty years, closed down in 1966 after deposits of economic significance were exhausted. A combined airborne electromagnetic and magnetic survey conducted in 1977 in this region of fair tropical weathering detected a number of anomalies some of which, after detail ground follow-up, proved to be due to massive sulphides dominated by pyrite. The rest of the anomalies are due to either surficial conductive soils, graphite or kimberlite.

BAROSH P.J., Boston College, Boston, MA., USA

RELATIONS OF SEISMICITY WITH TECTONIC MOVEMENT IN THE EASTERN STATES

Seismic activity in the eastern United States is caused by minor adjustments of the crust principally along the Cretaceous continental margin. Most of the activity occurs where this margin embayed the continental interior and greater subsidence occurred along earlier zones of weakness. These active areas are low and appear to still be relatively subsiding. The earlier weak zones consist of Late Precambrian rifts north of the Gulf of Mexico and a combination of Late Triassic-Early Jurassic or older grabens and Jurassic oceanic fracture zones along the Atlantic coast. Much of the remaining activity occurs subparallel to the Atlantic margin in uplands where the crust is rising. The rest of the activity occurs farther inland and appears related to northerly and northwesterly trending extensional faults and grabens. The present movement of these regions is similar to that during the Late Cretaceous and Early Tertiary as the North Atlantic and Gulf of Mexico basins widened. The present activity is, thus, apparently a continuation of this oceanic rifting. The location of future seismic activity can be delineated and maximum intensities predicted, but not the timing of events.

BAZHENOV M.L., BURTMAN V.S., Geological Institute of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

PALEOMAGNETISM AND TECTONICS OF THE ALPINE STRUCTURAL ARCHES OF CENTRAL ASIA

Paleomagnetic studies of the Cretaceous and Paleogenic sedimentary rocks were carried out at 17 localities (31 sections, 800 samples) in Kopetdag and North Pamirs Outer Zone (NPOZ). All samples were subjected to termocleaning at 200°-400°C; the reliability of paleomagnetic data from 13 localities was confirmed by field tests. The considerable shallowing of inclinations in the Paleogene redbeds of NPOZ was detected by the special analysis of unit vector disributions on a sphere. In Kopetdag the strong correlation (r =-0,85) between paleoinclination and clay content in the rocks was half-proved to be due to differentiated compaction of the interbedded limestones, marls and clays of the Upper

Cretaceous-Paleocene age. It was concluded that staitforward recalculation of inclinations for sedimentary rocks to paleolatitudes could often be erroneous. The bends of fold axes in Western Kopetdag were found to be primary and this region as whole has not undergone any paleomagnetically detectable displacement and/or rotation in relation to Northern Eurasia. On the other hand the bend of NPOZ structures is of secondary origin; it was practically rectilinear zone at the end of Paleogene and gentle convex-to-south arch in Early Cretaceous. With Kopetdag as a steady block the kinematic scheme of the northern part of Alpine belt in Cretaceous and Cenozoic times was constructed after taking into account the geometry of structures and mean declination values for each locality. The principal conclusions are as follows: 1) The Post-Cretaceous generally northward displacement of Northern Pamirs could range from 300 to 600 km the first number being much more probable. 2) The main deformations and displacement took place in Neogene. 3) The drift direction shifted from NE in Cretaceous-Paleogene to NW in Neogene. 4) The kinematics of the region in question was closely related to India-Eurasia collision and formation of the Pamir-Punjab syntaxis.

БАЖЕНОВ М.Л., БУРТМАН В.С., Геологический институт АН СССР, г.Москва, СССР

ПАЛЕОМАГМАТИЗМ И ТЕКТОНИКА АЛЬПИЙСКИХ СТРУКТУРНЫХ ДУГ СРЕДНЕЙ АЗИИ

Проведены палеомагнитные исследования пород мела и палеогена в 17 участках (31 разрез, 800 образцов) Копетдага и Внешней зоны Северного Памира. Все образцы подверглись термочистке при 200 + 400°С ; для 13 участков надежность полученных после термочистки результатов подтверждена полевыми методами. Занижение наклонений в палеогеновых отложениях Северного Памира обнаружено специальным анализом формы распределения единичных векторов на сфере. В карбонатно-глинистых толщах верхнего мела и палеоцена Копетдага хорошая корреляция(τ= -0,83) палеонаклонений и литологии была проинтерпретирована как результат диагенетического уплотнения. Сделан вывод, что прямой пересчет наклонений в осадочных породах в палеошироты может привести к ошибкам. Установлено, что изгибы структур на западе Копетдага первичны, а весь этот район не испытал движений относительно Северной Евразии и может быть принят за репер при проведении реконструкции. Доказана вторичность Памирской структурной дуги: в палеогене это была практически прямолинейная зона, в раннем мелу - слабо выгнутая к югу дуга. Приняв Копетдаг за репер и использовав палеосклонения по отдельным участкам и геометрию структур, была построена кинематическая схема северной части альпийского пояса для мела и кайнозоя. Основные выводы из реконструкций

следующие: I) величина послемелового смещения Северного Памира лежит в интервале 300 + 600 км, причем первая оценка более вероятна; 2) основные деформации и перемещения происходили после палеогена; 3) направление перемещения Памира было северо-восточным в мелу-палеогене и северо-западным в неогене-квартере; 4) история деформаций Памирского и Дарваз-Копетдагского сегментов пояса различна. Рассмотрена кинематика альпийских структурных дуг в связи с коллизией Индийской и Евразийской плит и формированием Памир-Пенджабского синтаксиса.

BELOUSOV T.P., MACHAMEDIEV Sh.A., Institute of Physics of the Earth of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

DYNAMICS OF THE PAMIRS LITHOSPHERE AND SEISMICITY

The features of the present seismicity of the Pamirs area are exlained by the whole stress-strain state history of the Pamirs lithosphere during the neotectonic activation. On the base of Neogene and Quarternary vertical tectonic movements data analysis the regularities of the reconstruction of the Pamirs structural plan are established. The quantitative schemes of the structural reconstruction intensity are first work out. The process of reconstruction proceeded irregularly both in space and time. In particular at the end of Neogene it actively developped in the zone of the transverse deep Pamirs-Himalaya fault.

The method of the study of dynamics of deformation process of this region is proposed. The one-dimensional model of the Pamirs lithosphere bending is considered. It is shown that the bending deformations of the lithosphere which took place against the background of the total tectonic uplift of the Pamirs were essentially caused by the regional isostatic compensation. The latter is conditioned by the erosion-denudation processes. The values of the elastic moduli and visco-elastic characteristics of the Pamirs lithosphere are obtained and the evolution of shear forces and bending moments is analysed. The flexural rigidity of the Pamirs lithosphere during Neogene is about $\mathcal{D} \approx 0.6 \cdot 10^{28}$ dn·cm, during Quarternary it is about $\mathcal{D} \approx (1\text{-}5) \cdot 10^{28}$ dn cm. The effective viscosity for the whole period is less than 10^{24}-10^{25} poises.

It is found that the Pamirs-Himalaya fault was activated at the turn of Neogene to Early Pleistocene. The fracturing in the zone of this fault is theoretically shown. On the base of two-dimensional model the kinematics and stress-strain state history of the Pamirs lithosphere is analysed and correlation with the present seismic activity is carried out. It is shown that the di-

stribution of seismic activity in the Pamirs area depends on the history of the reconstruction of the structural plan. Some theoretical relationships are determined.

БЕЛОУСОВ Т.П., МУХАМЕДИЕВ Ш.А., Институт физики Земли АН СССР, г. Москва, СССР

ДИНАМИКА ЛИТОСФЕРЫ ПАМИРА И СЕЙСМИЧНОСТЬ

Особенности сейсмичности Памира обусловлены историей напряженно-деформированного состояния литосферы в период неотектонической активизации. На основе анализа амплитуд неогеновых и четвертичных вертикальных тектонических движений нами установлены закономерности процесса перестройки структурного плана этого региона. Составлены схемы, на которых интенсивность структурной перестройки впервые отображена количественно. Показано, что процесс перестройки протекал неравномерно как во времени, так и в пространстве. Наиболее активно он проявился в конце неогена - начале плейстоцена в пределах зоны поперечного Памиро-Гималайского глубинного разлома.

Предложена методика изучения динамики деформирования литосферы Памира. Исследована одномерная модель ее изгиба. Установлено, что изгибные деформации литосферы, проявившиеся на фоне общего тектонического воздымания Памира, весьма существенно зависят от региональной изостатической компенсации, обусловленной эрозионно-денудационными процессами. Получены значения упругих модулей и вязкоупругих характеристик, проанализирована эволюция перерезывающих сил и изгибающих моментов. Определено, что изгибная жесткость литосферы Памира за неоген составляет $\mathcal{D} \approx 0{,}6 \cdot 10^{28}$ дн·см, за новейшее время - $\mathcal{D} \approx (1\text{-}5) \cdot 10^{28}$ дн·см. Эффективная вязкость не превышает 10^{24}-10^{25} пз. Подтверждено, что поперечная Памиро-Гималайская глубинная зона активизировалась в конце неогена-начале плейстоцена. Теоретически доказан дизъюнктивный характер движений по этой зоне.

На основе двумерной модели проанализированы кинематика и история напряженно-деформированного состояния литосферы Памира. Проведена их корреляция с современной сейсмической активностью. Показано, что распределение сейсмичности в пределах Памира весьма существенно зависит от особенностей процесса перестройки структурного плана. Установлены некоторые теоретические закономерности этой связи.

BELOUSSOV V.V., PAVLENKOVA N.I., Institute of Physics of the Earth of the USSR Academy of Sciences, Moskow, USSR

THE TYPES OF THE EARTH CRUST

For the comprehensive mapping of the deep structure of the Earth crust a determination of the general types of the crust has been attempted based on the most essential parameters of its structure. Three parameters, considered as most informative, are accepted as basic for such classification: thickness of the Earth crust, thickness of the sedimentary layer, and average velocities of compressional waves in the consolidated parts of the crust. Six types are recognized (See Table).

Parameters of the crust	Continental			Transitional		Oceanic
	I	II	III	IV	V	VI
Thickness of the crust, km	50-70	35-45	25-35	15-30	20-35	5-15
Thickness of sediments, km	0-1	0-4	0-4	0-2	5-20	0-2
Average velocity, km/s	6.2-6.6	6.4-6.6	6.2-6.3	6.4-6.6	6.5-6.7	6.5-6.7

The first type with the thickest crust is typical of orogenic belts. The second type covers large areas of shields and platforms in the inner parts of continents. The crust of the third type has less thickness and occurs within platforms of marginal continental zones. Thin sedimentary cover and relatively low average velocities in the consolidated crust are typical of all these types. The low average velocities give evidence for relatively great thickness of granite gneiss layer. Thin high-velocity oceanic crust is recognized as the sixth type. Intermediate positions belong to transitional types of the crust; they slightly differ in thickness from the continental types but have higher average velocities close to those of the oceanic crust. The transitional types are typical of micro-continents (fourth type) and of deep sedimentary basins (fifth type).

More detailed division of the crust into subtypes has been also elaborated. Correlation has been established between types of the Earth crust, types of endogenous regimes, heat flow parameters of gravity and magnetic fields. Such correlation permits to use accepted parameters for comprehensive mapping of the deep structure of the Earth crust.

БЕЛОУСОВ В.В., ПАВЛЕНКОВА Н.И., Институт физики Земли АН СССР, г.Москва, СССР

ТИПЫ ЗЕМНОЙ КОРЫ

В целях составления обобщенных карт глубинного строения земной коры предпринята попытка выделения основных типов коры, исходя из некоторых наиболее существенных черт ее строения. В основу классификации положены три параметра, которые авторы считают наиболее информативными: мощность земной коры, мощность осадочного чехла и средняя скорость продольных волн в консолидированной части коры. Выделено шесть типов (см.таблицу).

Типы коры

Параметры коры	Континентальный			Переходный		Океанический
	I	П	Ш	IУ	У	УI
Мощность коры, км	50 - 70	35 - 45	25 - 35	I5 - 30	20 - 35	5 - I5
Мощность осадков, км	0 - I	0 - 4	0 - 4	0 - 2	5 - 20	0 - 2
Средняя скорость, км/с	6,2-6,6	6,4-6,6	6,2-6,3	6,4-6,6	6,5-6,7	6,5-6,7

Первый тип с наиболее толстой корой характерен для орогенических поясов. Второй охватывает большие площади щитов и платформенных плит, расположенных во внутренних частях континентов. Кора третьего типа имеет несколько меньшую мощность и встречается в пределах платформ окраинных зон континентов. Для всех этих типов характерна малая мощность осадков и относительно низкие средние скорости в консолидированной коре. Последнее свидетельствует о большой мощности гранито-гнейсового слоя. Это разновидности континентальной коры. Тонкая высокоскоростная океаническая кора выделена в шестой тип. Промежуточное положение занимают переходные типы коры: они мало отличаются по мощности от континентальных, но характеризуются значительными средними скоростями, близкими к скоростям океанической коры. Это кора микроконтинентов (четвертый тип) и глубоких осадочных бассейнов (пятый тип).

Проведено и более дробное деление коры на подтипы. Установлены корреляционные связи между выделенными разновидностями земной коры, характером эндогенного режима, тепловым потоком, особенностями гравитационного и магнитного полей регионов. Это дает основание использовать принятые параметры для составления обобщенных карт глубинного строения земной коры.

BELOUSSOV V.V., VOLVOVSKY I.S., Institute of Physics of the Earth of the USSR Academy of Sciences, Moscow; VOLVOVSKY B.S., Soviet Geophysical Committee, Moscow; TAL-VIRSKY B.B., Tashkent State University; KHAMRABAEV I.Kh., Institute of Geology and Geophysics of the UzSSR Academy of Sciences, Tashkent, USSR

THE PAMIRS-HIMALAYAS GEOTRAVERSE (GEOPHYSICAL FIELDS AND THEIR NATURE)

Extreme values of geophysical fields correspond to the unique crustal thickness of the Pamirs-Himalayas region. The combined interpretation of these values allows to elucidate the inner structure of the region, to interpret the nature of geodynamic processes in its interior. The Earth crust in that region has a complicated seismic field of shots and earthquakes. Reflected waves data characterised the structure of the consolidated crust, the faults were identified and traced. Refracted waves were used to obtain the field of velocities, i.e., low-velocity and high velocity layers. The head waves established the depths of the M boundary and its velocity parameters. The transit waves from deep-source earthquakes were used to calculate the relative increases of depth to the M boundary. Crustal blocks with anomalous structure, i.e., with greater or lesser layering, monolithic, fissured, were identified from the exchange waves data. The gravity anomalies reflect zonality in the structure of the uppermost crust, its structure and thickness and density inhomogeneities in the upper mantle. The M boundary has the basic role in the formation of local gravity anomalies; of lesser importance in that respect is the decrease of density of the upper mantle. The zones with lesser density in the inner parts of the crust and upper mantle are confined to blocks with deeply lying M boundary, whereas in denser blocks the M surface is more shallow. The depression in the geoid surface exactly corresponds the minimum of gravity anomalies. In the northern direction it decreases and becomes minimal at the foot of the Himalayas being the junction zone of the Himalayas and Hindukush with the Pamirs.

БЕЛОУСОВ В.В., ВОЛЬВОВСКИЙ И.С., ИФЗ АН СССР, г.Москва; ВОЛЬВОВСКИЙ Б.С., МГК АН СССР, г.Москва; ТАЛЬ-ВИРСКИЙ Б.Б., ТГУ, г.Ташкент; ХАМРАБАЕВ И.Х., ИГиГ АН УзССР, г.Ташкент, СССР

ПАМИРО-ГИМАЛАЙСКИЙ ГЕОТРАВЕРС (ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПОЛЯ И ИХ ПРИРОДА)

Уникальной по мощности земной коре Памиро-Гималайского региона соответствуют экстремальные значения геофизических полей. Их комп-

лексная интерпретация позволяет ответить на многие вопросы внутреннего устройства региона, объяснить природу происходящих в его недрах геодинамических процессов. Земной коре региона соответствует сложное многоволновое сейсмическое поле взрывов и землетрясений. По отраженным волнам охарактеризовано строение консолидированной коры, выделены и протрассированы разломы. Годографы рефрагированных волн использованы для построения поля скоростей-выделены слои пониженных и повышенных скоростей,определены градиенты их изменения. По головным волнам установлены глубины залегания границы М,определены ее скоростные параметры. Проходящие волны от глубокофокусных землетрясений использованы для вычисления относительных превышений глубин до поверхности М и трассирования их между данными ГСЗ. По обменным волнам обособлены блоки коры с аномальным строением - повышенной и пониженной слоистостью, монолитностью, трещиноватостью. Гравитационные аномалии отражают зональность строения верхней части земной коры, характер ее структуры, мощность и плотностные неоднородности верхней мантии. Основная роль в формировании локальных аномалий Δg принадлежит поверхности М, в меньшей мере - разуплотнению верхней мантии, которое увеличивается с севера на юг и различно для каждого из блоков литосферы. Зоны разуплотнения в глубинных частях коры и верхней мантии приурочены к блокам с большой глубиной залегания поверхности М, зоны уплотнения - к блокам с приподнятым ее положением. С гравитационным полем тесно связан геоид. Депрессия его поверхности точно соответствует минимуму аномалий Δg. В северном направлении депрессия геоида убывает и у подножия Гималаев достигает минимальных значений.

BELYSCHEV B.P., NABORSHCIKOVA I.I., DANILOVA L.Yu, ZVYAGIN G.A., All-Union Research Institute of Geological Survey and Exploration of Oil Fields of the Kama Branch, Perm, USSR

ON THE METHODS OF DEFINING OF OIL AND GAS BEARING BEDS AND ESTIMATION OF DYNAMIC PARAMETERS OF OIL RESERVOIR ROCKS IN CARBONATE STRATA

The study of carbonate strata in different oil and gas bearing provinces of the USSR showed, that oil and gas deposits are confined in most cases to structural and sedimentary highs and are widely dispersed along section. The main difficulty in the discovery of deposits of such type is the presence of oil reservoir rocks of complex type, sharp changeability through the area and section of lithology of oil reservoir rocks, complex composition and insignificant thickness of intracomplex cap rocks. All that

brought forth the necessity of working out of complex of special borehole investigations and creating of methods of valuation of quantitative and qualitative criteria for oil and gas content of those deposits. Special borehole investigations include pumping into layer or its saturation with indicator, semultaneously caught by electric (seven and three electrode settings) and neutron (inpulse neutron - neutron settings) methods . The worked out methods in complex with standard methods of investigations make it possible to establish the position of intracomplex cap rocks, to define objects perspective for oil, to valuate the depth of the zone of penetration of indicators and the type of oil reservoir rock, to estimate the dynamic parameters of the layer.

БЕЛЫШЕВ Б.П., НАБОРЩИКОВА И.И., ДАНИЛОВА Л.Ю., ЗВЯГИН Г.А., Всесоюзный научно-исследовательский нефтяной геологоразведочный институт, Камское отделение, г. Пермь, СССР

К МЕТОДИКЕ ВЫДЕЛЕНИЯ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ПЛАСТОВ И ОЦЕНКЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОЛЛЕКТОРОВ В КАРБОНАТНЫХ ТОЛЩАХ

Изучение карбонатных толщ в различных нефтегазоносных провинциях СССР показало, что залежи нефти и газа приурочены в большинстве случаев к тектоно-седиментационным поднятиям и широко рассредоточены по разрезу. Основные сложности в выявлении залежей подобного типа заключаются в наличии коллекторов сложного типа, резкой изменчивости по площади и разрезу литологии пород-коллекторов, сложном составе и незначительной мощности внутрикомплексных покрышек. Все это вызвало необходимость разработки комплекса специальных скважинных исследований и создания методики оценки качественных и количественных критериев нефтегазоносности данных отложений. Специальные скважинные исследования включают продавку в пласт или его пропитку индикатором, одновременно улавливаемым электрическими (семи- и трехэлектродные установки) и нейтронными (импульсные нейтрон-нейтронные установки) методами. Разработанная методика в комплексе со стандартными методами исследований позволяет установить положение внутрикомплексных покрышек, выделить нефтеперспективные объекты, оценить глубину зоны проникновения индикаторов и тип коллектора, рассчитать динамические параметры пласта.

BERBERIAN M., Tectonic-Seismotectonic Section, Geol.Surv.Iran, Tehran, Iran

ACTIVE TECTONICS OF IRAN

Iranian seismic activity, which is intimately related to reactivation of the existing faults, can be separated into four categories: 1) in the Zagros active fold-thrust belt, where shortening along 'longitudinal high-angle reverse basement faults' spread over the entire belt, is absorbed by ductile layers of the top sedimentary cover (usually no earthquake rupture is observed at the surface), 2) in the Central Iranian plateau where the earthquakes are accompanied by surface faulting along 'mountain-bordering reverse faults', 3) in the Makran accretionary flysch wedge where the oceanic crust of the Gulf of Oman is subducting underneath south-eastern Central Iran, and 4) in south Caspian depression where the trapped - modified oceanic basement is underthrusting the marginal active fold-thrust belts. In general seismicity is discontinuous and earthquakes show seismic gaps of several years to several centuries. The tectonic movements during the late Neogene-early Quaternary, and the mechanism of the recent active fault motions show that the Iranian plateau is a 'broad zone of compressional deformation'. The plateau is a relatively weak belt affected by several collisional orogenic movements and is being compressed between two blocks of greater rigidity (Arabia and Eurasia), at least since Pliocene. The compressional motion between these blocks resulted in a continuous 'thickening, shortening and uplifting' of the continental crust be reverse faulting and folding in a NE-SW direction.

BESUTIU L., Inst.of Geol. Geophys., Bucharest, Romania

REFLECTION OF THE BASALTIC LAYER OF THE EARTH CRUST IN THE REGIONAL ANOMALY OF THE GEOMAGNETIC FIELD ON THE ROMANIAN TERRITORY

The analysis of the wave length of certain regional geomagnetic anomalies on the territory of Romania has shown that their main source is to be found at 12-15 km depth. In order to better examine these effects, the relation signal/noise has been improved by filtering the magnetic map using an operator with an adequate transfer characteristic.

Comparing the obtained results with the geothermic data, it has been shown that the largest regional geomagnetic heights are superposed to the similar geothermic anomalies of minimum, while regional geomagnetic minimum bands are very well correlated with areas of geothermic maximum. Admitting that the basaltic layer has high magnetic properties it may be concluded that the most regional aspect of the geomagnetic field on the Romanian territory is conditioned by the possibility of magnetically expressing this horizon of the Earth crust in terms of the relation between its position and that of the magnetite Curie isotherm.

This hypothesis, checked on theoretic models, is confirmed by seismometric data concerning the depth of the Conrad discontinuity,

which permits the elaboration of an original criterium of sensing deep crustal faults. Characterized by a higher heat flow, that makes the basaltic layer lose its magnetic properties, such zones imply the appearance of geomagnetic minimum bands, correlated to the geothermic heights. The presence of geothermic activity and earthquake epicentra in these areas also confirm this finding.

BHATTACHARYA B.B., Department of Applied Geophysics, Indian School of Mines, Dhanbad India; DUTTA INDRAJIT, IRS, ONGC, Ahmedabad, India

GENERALIZED SIGNAL CONTRIBUTION SECTIONS OF THE EARTH FOR VARIOUS ELECTRODE ARRAYS IN DIRECT CURRENT METHODS

In direct current (dc) electrical methods frequently a problem is faced by the field geophysicists regarding the electrode configuration that will respond best under a given geologic condition. The comparison should be, as far as possible, independent of subsurface target parameters and depend only on the characteristics of electrode array.

Such a comparison has been made on the basis of a theoretical work for the Earth which is electrically homogeneous and anisotropic. Taking the coefficient of anisotropy as unity, comparison for homogeneous isotropic Earth can also be made. In a medium like this the target parameters do not come in picture and, therefore, a comparison of electrode arrays over such a medium is effectively independent of the parameters of the subsurface target. An expression has been obtained for contribution of a volume element in a homogeneous, anisotropic Earth to the total potential difference measured at the surface.

With the help of the expression for contribution of the volume element of the anisotropic half-space, vertical sections through the line joining the electrode locations have been prepared for various collinear electrode arrays for different coefficients of anisotropy, dip of stratification and orientation of the traverse with the strike of the stratification.

The contribution sections for the anisotropic earth shows that the elongation of the contour (i.e., of equal contribution values) pattern is along the bedding plane for all the arrays. The elongation is enhanced with the increase in coefficient of anisotropy. The degree of elongation, in addition to the other factors, depends also on the orientation of the traverse with respect to the strike of the stratification. The effect of anisotropy is considerably reduced by orienting the traverse at right angles to the strike of

the stratification. The effect is completely neutralized, i.e., the contribution section becomes the same as that of the homogeneous Earth (coefficient of anisotropy unity) when the stratification is vertical and orientation of profile is at right angles to the strike of stratification.
One can compare, with the help of signal contribution sections, different electrode configurations especially with regard to their response to lateral resistivity variations. These sections can be used successfully in planning the survey for selecting the proper array for a given geologic set up. In addition to it a semiquantitative as well as visual information regarding the effects contributing to the signal recorded is also obtained.

BIRGER A.Ya., Latvian SSR Geology Department;
FINKELSTEIN M.I., KUTEV V.A., ZOLOTARYOV V.P., Riga Civil Aviation Engineering Institute, Riga, USSR

APPLICATIONS OF RADAR METHODS FOR SUBSURFACE PROBING IN GEOPHYSICAL SURVEY

Subsurface radar probing is one of the most progressive directions in the development of applied geophysics.
Experiments made by the authors beginning from 1973, permit to prove the reliability of airborne searching of subsoil water levels in arid areas at the depths up to 30 m as well as permafrost probing, in permafrost regions, at the depths up to 10 m. During our experiments was developed a specialized airborne equipment, which implement the coherent processing of reflected signals by the use of Doppler filtering. Explorations using such equipment in Turkmenistan, Siberia and Kazakhstan, showed its high practical effectiveness in geophysical research, where we determine the levels of subsoil waters and the depth of season soil freezing.
Parallel with the development of airborne methods, on the Latvian SSR territory were performed explorations with the use of an in situ equipment for a study of dynamic variations of hydrological regimes in the regions of artificial water intake, carst study and peat deposit survey. The data obtained showed that independently of the seasons and weather conditions, our equipment enables an easy geophysical research at high speed and along large areas. Most effectively it can be used in peat deposit survey, where throughout the time of measurement we with great confidence can determine the low boundary of peat layer at the depths up to 7 m, relative error in the peat layer depth fixation being not more than 3%. Results obtained during our investigations testify to the perspectivity of

wide utilization of radar methods of subsurface probing in geophysics, that open new possibilities of solving important tasks of national economy.

БИРГЕР А.Я., Управление геологии Латвийской ССР; ФИНКЕЛЬШТЕЙН М.И., КУТЕВ В.А., ЗОЛОТАРЕВ В.П., Рижский институт инженеров гражданской авиации, г.Рига, СССР

ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ПОДПОВЕРХНОСТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В РАЗВЕДОЧНОЙ ГЕОФИЗИКЕ

Подповерхностная радиолокация земных покровов - одно из перспективных направлений развития прикладной геофизики.

Исследования, проводимые авторами начиная с 1973 г., позволили доказать возможность определения с борта самолета уровня залегания грунтовых вод в аридных зонах на глубинах до 30 м, а также зондирования на глубину до 10 м мерзлых грунтов в районах распространения вечной мерзлоты. В ходе проведения экспериментальных работ была разработана специализированная бортовая аппаратура, реализующая когерентную обработку отраженных сигналов с допплеровской фильтрацией. Работы, выполненные с использованием данной аппаратуры на территории Туркмении, Сибири и Казахстана, показали высокую эффективность ее практического применения в геофизических исследованиях, связанных с определением уровня залегания грунтовых вод и измерением глубины сезонного промерзания почв.

Наряду с развитием бортовых методов на территории Латвийской ССР проводились работы, связанные с использованием наземной аппаратуры для изучения динамики изменения гидрологического режима в районе искусственного водозабора, исследования карста и проведения разведки торфяных месторождений. Полученные результаты показали, что независимо от времени года и погодных условий разработанная аппаратура позволяет осуществлять геофизические исследования оперативно и на больших площадях. Особенно эффективным является ее использование при разведке торфяных месторождений, где на всем протяжении трасс зондирования уверенно фиксируется нижняя граница торфяных залежей толщиной до 7 м, а относительная погрешность измерения толщины торфяного слоя не превышает 5%. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о перспективности широкого использования в геофизике радиолокационных методов подповерхностного зондирования, что открывает новые возможности решения важных народнохозяйственных задач.

BOGOSLOVSKY V.A., IL'INA E.B., KUZMINA E.N., OGILVY A.A., STRAKHOVA N.A., TROFIMOV D.M., Moscow State University, Geological Department, Moscow, USSR

PRINCIPLES OF INTEGRATION OF GEOPHYSICAL AND REMOTE SENSING INVESTIGATIONS WHEN STUDING TERRITORIES COVERED BY PLATFORM SEDIMENT

The high resolution and observational capacity of spacecraft photographs make it possible to obtain greater, as compared to traditional geologo-geophysical surveys, density of information and to generalise it into landscape-indicational imagary of geologic features. Within the territories overlain by platform mantle, the geologic interpretation of the identified objects is ambiguous due to the disguising effect of the Quaternary deposits and separate landscape components. Therefore, studying of these objects demands integration of remote sensing and geologo-geophysical investigations. Such integration should be based on the following principles:

I. The landscape-indicational images of the geologic objects identified form the interpretation of airborne and spacecraft information must be used to construct areal geologic models of the earth crust structures.

2. The transfer from the two-dimensional to volumetric models should be based on the results of filtering of the geologo-geophysical information obtained at different depths. This involves the identification of anomalies of different nature which correspond to the landscape-indicational images of geologic structures. The anomalies which have been identified at different hypsometric levels of the platform mantle should be used as deep-seated markers.

3. The impressions of the structure of the objects under investigation should be based on the spatial correlation of the deep-seated geologic markers performed in succession downwards at a number of levels of the platform mantle and basement. At the same time, the role of the sedimentary cover in the transmission of abyssal information to the day surface is determined.

БОГОСЛОВСКИЙ В.А., ИЛЬИНА Е.Б., КУЗЬМИНА Э.Н., ОГИЛЬВИ А.А., СТРАХОВА Н.А., ТРОФИМОВ Д.М., Московский государственный университет, геолфак, г.Москва, СССР

ПРИНЦИПЫ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ И ДИСТАНЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЗЕМНОЙ КОРЫ ЗАКРЫТЫХ ПЛАТФОРМЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Высокая разрешающая способность и обзорность космических снимков позволяют получать бо́льшую, чем при традиционных геолого-геофизических

съемках, плотность информации и генерализовать эту информацию в виде ландшафтно-индикационных образов геологических объектов. В пределах закрытых платформенным чехлом территорий геологическое истолкование выявленных объектов неоднозначно вследствие маскирующего влияния четвертичных отложений и отдельных компонентов ландшафта. Поэтому для изучения природы этих объектов необходимо комплексирование дистанционных и геолого-геофизических исследований, принципы которого сводятся к следующему.

I. Ландшафтно-индикационные образы геологических объектов, устанавливаемые на основании дешифрирования аэрокосмической информации, ложатся в основу площадных геологических моделей структур земной коры.

2. Переход от двумерных к объемным моделям осуществляется на основе фильтрации разноглубинной геолого-геофизической информации. При этом выделяются аномалии разной природы, соответствующие ландшафтно-индикационным образам геологических структур. Аномалии, выделенные на различных гипсометрических уровнях платформенного чехла, используются в качестве глубинных геологических реперов.

3. Представления о строении изучаемых структур формируются на основании пространственной корреляции глубинных реперов, выполненной последовательно сверху вниз на ряде уровней платформенного чехла и фундамента. При этом определяется роль осадочного чехла в передаче глубинной информации на дневную поверхность.

BOLDYREV S.A., Institute of Physics of the Earth of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

INHOMOGENEITIES IN THE MANTLE OF THE NORTH-WESTERN PACIFIC

The principal geotectonic element of active marginal areas is represented by arcuate structures characterized by two mantle volumes in contact whose material has different properties. The rigid, high-density, comparatively cold region of earthquake hypocenter concentration is accompanied by on a seismic mantle where a low velocity layer at depths I50 to 250 km and a low velocity zone under present volcanoes form a specific volume. P-wave velocity is nearly 15 percent below the standard values and nearly 20 percent lower than that in the adjacent seismically active block. As a result of these lateral changes of physical properties, there appears, a considerable gradient of lithostatic pressure whose maximum occurs in the focal zone and the resulting forces point to the arc center, thus determining the horizontal displacement of sinking focal zone high-density matter.

Velocity changes of the aseismic mantle block along the geostructure are determined by the geologic evolution of the region

and is reflected in its morphostructure. In shallow parts of northern of the Okhotsk Sea and western Kamchatka with continental type of the crust developped on the bottom of the Pre-Mesozoic platform, P-wave velocities in the upper mantle are 0.5 - 0.6 km/s smaller than those under the Kuril abyssal plain with its suboceanic crust.

Small-scale mantle inhomogeneities of the focal zone manifest themselves in a seismic anisotropy that changes both in magnitude and direction, it reflects the reaction of the medium to the action of shearing stresses and is controlled by strength anisotropy. The distribution of seismicity parameters, velocity and attenuation of elastic waves in the mantle of active margins is represented by alternating areas of high and low strength. Weaker areas coincide both in plan and in trend with deep-seated faults that cut across arc geofeatures. This combination of arc and orthogonal tectonic systems in the north-western Pacific under the conditions of tensile stresses that act along the island arc favours a displacement of the central portion of the island arc towards the ocean.

БОЛДЫРЕВ С.А., Институт физики Земли АН СССР, г.Москва, СССР

МАНТИЙНЫЕ НЕОДНОРОДНОСТИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО СЕКТОРА ТИХОГО ОКЕАНА

Основным геотектоническим элементом активных окраин являются дуговые структуры, характеризующиеся наличием двух сопряженных объемов мантии с разными свойствами вещества. Жесткой, плотной, сравнительно холодной области концентрации очагов землетрясений сопутствует разогретая асейсмическая мантия, в которой слой пониженных скоростей на глубине 150-250 км и низкоскоростная зона под современными вулканами образуют специфический объем. Скорость Р-волн в этом объеме почти на 15% ниже, чем в стандартной модели Джеффриса-Буллена и почти на 20% ниже, чем в соседнем сейсмоактивном блоке. За счет таких латеральных изменений свойств возникает значительный градиент литостатического давления, максимум которого приходится на фокальную зону, а образующиеся силы направлены к центру дуги, определяя горизонтальное смещение погружающегося плотного вещества фокальной зоны.

Изменение скоростных характеристик асейсмического блока мантии вдоль геоструктуры определяется геологической историей развития региона и отражено в его морфоструктуре. Под мелководьем севера Охотского моря и Западной Камчаткой с континентальным типом коры,

развитой на цоколе домезозойской платформы, скорости Р-волн в верхах мантии на 0,5-0,6 км/с меньше, чем под Курильской впадиной с субокеанической корой.

Мелкомасштабные неоднородности мантии фокальной зоны проявляются в меняющейся по величине и направлению сейсмической анизотропии, которая отражает реакцию среды на воздействие сдвиговых напряжений и определяется анизотропией прочности вещества. Распределение параметров сейсмичности, скорости и затухания упругих волн в мантии активных окраин представлено чередованием областей высокой и низкой прочности вещества. Участки ослабленной прочности совпадают в плане и по простиранию с глубинными разломами, пересекающими дуговые геоструктуры. Такое сочетание дуговых и ортогональных тектонических систем в северо-западном секторе Тихого океана в условиях растягивающих напряжений, действующих вдоль дуги, благоприятствует смещению центральной части островной дуги в сторону океана.

BONNEVILLE A., BACHELERY P., LENAT J.F., TARITS P., Observatoire Volcanologique du Piton de la Fournaise, Ile de la Réunion, France

MONITORING PITON DE LA FOURNAISE VOLCANO

Piton de la Fournaise is one of the most active volcano in the world (Mean eruption frequency of one eruption every 14 months for the last fifty years). It is an intra-plate oceanic volcano growing on the flank of the huge Piton des Neiges, the other volcano of Reunion Island now dormant.

The historic activity of Piton de la Fournaise is mainly effusive althought some phreatic events are Known. In 1980 Piton de la Fournaise Volcanogical Observatory has been created, its first tasks have been to make a detailed volcanological map and to set up seismic and ground deformation networks. Experimental monitoring methods are now used and tested :

- Temperature in shallow boreholes
- Self Potentials
- Radon Emanation.
- Volcano Magnetic Effects.

On the other hand, geophysical structural studies have been done or will be undertaken : geoelectrical investigations, aeromagnetic mapping and seismic survey. The first three years of surveillance, including the 1981 eruption, have shown that the behaviour of Piton de la Fournaise is characterised by :

- low level of seismicity and ground deformation between crisis.
- lack of continuous inflation-deflation cycle.

Althought Piton de la fournaise has similarities with other basaltic volcanoes, it has also its specifity that is worth to be studied for volcanology.

BONNEVILLE A., VASSEUR G., Centre Géologique et Géophysique, Montpellier Cédex;
KERR Y., Centre National d'Etudes Spatiales, Toulouse Cédex, France.

SATELLITE THERMAL INFRARED DATA OVER M^{t} ETNA AFTER THE 17th MARCH 1981 ERUPTION

Ground surface temperature variations can be associated with underground magma transferts. Important technical progress in infrared remote sensing and subsequent processing allow a monitoring of this surface temperature.

The aim of this study is to estimate the feasibility of such a monitoring over an active volcano : Mount Etna, Sicily. So thermal infrared data collected on board NOAA satellites after the 17 March 1981 eruption, were processed (geometrical and radiometric corrections) and merged with a Digital Terrain Model in order to take into account the diminution of air temperature and changes in atmospheric absorption due to the varying altitude. This led to pictures where significant thermal anomalies are clearly visible and unambiguously linked with volcanic activity.

The method has proved to be efficient and a second test is now undertaken with a set of pictures prior to the Etna's 29 April 1983 eruption.

If positive temporal variations can be shown, an operational monitoring system will be set up.

BORDEA I., Ministry of Electric Power, Bucharest, MOLDOVEANU T., TUDORACHE C., Institute for Hydroenergetic Research and Designing, Bucharest, Romania

ASPECTS CONCERNING THE SEISMIC SURVEILLANCE OF DAMS IN ROMANIA

Aspects concerning the stage of seismic surveillance of the important dams in Romania are presented in this paper.
In view of the security of the existing hydropower dams and of those which are being constructed, a systematic surveillance started with the most important dams (with heights over 100 m and volumes of associated accumulations over 100 million c.m.) in the year 1974. At present 13 such hydropower stations are under surveillance. The concept of seismic surveillance of the dams (devices, their emplacement, data processing and interpretation) and the results obtained during almost 10 years of seismic surveillance are also presented. An increase of the local seismic activity, which may be connected with the foundation of reservoirs, was pointed out at some dams (Vidraru - Arges, Izvorul Mun-

telui - Bicaz, Vidra - Lotru). The following of the dams seismicity offers new data on the local seismicity, natural or induced by reservoires, and brings contributions to the knowledge of the regional seismicity, enriching the bulk of data useful for the analyses of the seismic risk.

BOTEV E.A., Geophysical Institute Bulg.Acad.Sci., Sofia, Bulgaria

LATERAL INHOMOGENEITIES IN THE UPPER MANTLE OF THE BALKAN REGION

During the last 3-4 years, the number of seismograph stations in the Balkan region increased more than twice.The travel time residuals of P-waves recorded by this network were determined and the corresponding scheme of lateral velocity inhomogeneities in the uppermost mantle of the region is constructed.These inhomogeneities are in a close relationship with the tectonic structure of the region. For instance, the upper mantle structure of the Rhodope massif in Bulgaria is strongly different from that of the adjoining Moesian platform. The nature of the determined inhomogeneities is discussed on the basis of comparison between the obtained upper mantle velocity variations and other geophysical fields of the Balkan region.

BOVENKO V.G., Production and Research Institute of Engineering Prospecting of the USSR State Construction Committee; SHERBACOVA B.E., All-Union Research Institute of Geophysical Exploration of the USSR Ministry of Geology, Moscow, USSR; FERNANDES G., National Geophysical Corporation, Havana, Cuba

RELATIONSHIP BETWEEN SEISMICITY AND DEEP STRUCTURE OF EASTERN CUBA

The method of earthquake-generated converted waves which is based on the simultaneous recording of longitudinal (P), transverse (S) and converted (PS and SP) waves is used. Converted phases generated at crustal and upper-mantle discontinuities in the seismic focal area are carefully analysed. Some dynamic characteristics of transmitted PS and SP-waves arising at different types of boundaries are described.

A scheme of earthquake epicentra in some regions of Central Cuba is given: Esmeralda - Maduro Grande, Trinidad - Suncti Spiritus etc.

БОВЕНКО В.Г., Производственный и научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве Госстроя СССР; ЩЕРБАКОВА Б.Е., Всесоюзный научно-исследовательский институт геофизических методов разведки Министерства геологии СССР, г.Москва, СССР; ФЕРНАНДЕС Г., Национальное геофизическое предприятие, г.Гавана, Республика Куба

ВЗАИМОСВЯЗЬ СЕЙСМИЧНОСТИ И ГЛУБИННОЙ СТРУКТУРЫ ВОСТОЧНОЙ КУБЫ

Освещаются данные о геологическом строении (на глубину до 50 км) и распределении очагов землетрясений на территории восточной половины о.Куба, полученные на основании инструментальных круглосуточных наблюдений с переносными трехкомпонентными магнитными регистраторами.

На общем фоне субгоризонтальной расслоенности разреза отчетливо проявляется его глыбово-блоковое строение, обусловленное системой разрывных нарушений и глубинных разломов. Обобщение динамических и кинематических параметров монотипных и обменных волн удаленных землетрясений и изучение их распределения в пространстве позволили исследовать взаимоотношение крупных неоднородностей геологического разреза, характер сочленения отдельных блоков и увязать данные геологического картирования с внутренней структурой земной коры. Выявлена система разломов взбросо-сбросо-сдвигового типа , зачастую имеющего транскоровый характер. Охарактеризованы направление и углы падения сместителей отдельных разломов.

Приводится схема расположения выявленных эпицентров, приуроченных к районам Центральной Кубы: Эсмеральда - Мадуро Граиде, Тринидад - Санкти Спиритус,-а также к западу и востоку от г.Сантьяго де Куба и прилегающей к острову части желоба Бартлет. Особенно высокая концентрация очагов в районе Мадуро-Гранде (4I очаг на площади 3x9 км за 5 месяцев с гипоцентрами на глубинах до I8 км) свидетельствует о наличии активных сейсмогенерирующих структур. Особенностью глубинного геологического строения этой области является крайняя раздробленность толщи коры несколькими крупными системами глубинных разломов, вследствие чего она является, по-видимому, подходящей зоной разгрузки напряжений.

BROWN, LARRY Department of Geological Sciences, Cornell University Ithaca, New York,USA

DEEP SEISMIC PROFILING: COCORP TECHNIQUE AND RESULTS

Although the near-vertical seismic reflection equipment and field techniques employed by COCORP are only slightly modified from those routinely used in oil

exploration, they have proven effective in detecting and mapping structural heterogeneity throughout the crust in a variety of tectonic settings. COCORP operates in a reconnaissance fashion, emphasizing long profiles to provide regional perspective. Five truck mounted vibrators and a 96 channel recording spread of geophone subarrays are deployed in common depth geometries to collect 48-fold data in continuous fashion. Specific operating parameters at a given field site are selected on the basis of special startup experiments. Typical source frequencies are 8-32 Hz. Deep reflections often return much of this spectrum, although peak energy around 15 Hz is common. These frequencies imply vertical resolution on the order of 50 m and horizontal resolution varying from a few tens of meters near the surface up to 1-2 km at Moho depths. Signal penetration is variable: although reflections from Moho depths (30 km or more) are common, in some areas few if any deep reflecions are observed. Factors contributing to the occasional lack of deep reflections may include inadequate source strength, poor source coupling, insufficient signal enhancement, travel time delays and raypath distortion in shallow structure. Of course, such lack of reflectivity may also be due to geological homogeneity at depth. Thick sedimentary basins and young unconsolidated basins have sometimes proven particulary difficult to penetrate due to signal attenuation in transit. Velocity estimates from the CDP recordings are usually adequate for processing requirements. Their utility for lithologic identification at great depths, however, is dependent upon many factors, including maximum recording offset (typically 10 km for COCORP), reflection signal/noise ratio, reflector continuity and geometry (in 3 dimensions), vertical reflector spacing, lateral heterogeneity as well as the particular analysis algorithms used. In practice significant velocity variations have been interpreted from production data at depths in excess of 20 km. Limited expanding spreads, recorded at larger than normal offsets, are sometimes used to enhance velocity resolution for special targets identified in the reconnaissance work. 3-D control is provided by supplementary cross lines whose placement is also usually deferred until initial results from a main traverse are available for guidance. Although reflection profiling is biased to some extent against imaging steep dips, vertical structures at the surface and dips up to 60 degrees at depth have been distinguished with careful data processing. Interpretation of deep reflection results emphasizes the following: a) tracing deep structures to the surface where they can be identified, b) exploiting unique reflection characteristics (e.g. amplitude), or c) correlating deep reflections with other geophysical anomalies (e.g. conductivity). Incorporating regional geologic relationships is essential in such interpretations. Examples of reflections from crustal overthrusts, intracrustal magma chambers, and the base of the crust illustrate how reflection profiling generally leads to more heterogeneous models of crustal structure than other seismic techniques.

BUR'YANOV V.B., GORDIENKO V.V., ZAVGORODNYAYA O.V., KULIK S.N., LOGVINOV I.M., S.I.Subbotin Institute of Geophysics of the UkrSSR Acad.Sci., Kiev, USSR

THE TECTONOSPHERE OF THE CARPATHIAN - BALCANIAN REGION

On the territory studied the geosyncline type of endogenic regime of the Alpine (the Carpathians, Alps, Dinarides, Balcanides) and Hercynian ages (the northern foreland) and fault-magmatic activation type of Neogenic-Quaternary age (vast areas of the foreland and, probably, of the inner zones) are established. Models of deep processes have been constructed by the advection scheme in accordance with these types of regimes. This scheme involves the motion about open movement of the matter of the hole upper mantle (regime of the first type) or the part of the mantle (regime of the second type). The models

show sharp changes in physical properties of deep matter as compared with the properties of the matter of the interior of Precambrian platforms. Comprehensive analysis of the gravimetric, magnetic, geothermal, geoelectrical and seismological data has shown the applicability of the models used for explanation of the anomalies observed. Physical fields interpretation have been made along a number DSS lines radiating from the central part of the Pannonian Median Massif and running through various parts of the region and its forelands: I - East Carpathians and Volyn'-Podolsk plate, II - West Carpathians, epi-Hercynian and Precambrian platforms in the Poland, III - West Carpathians, Czeck Massif and Saxonia-Türingian zone, IV - East and Central Alps, V - Dinarides and Adriatic plate, VI - East Carpathians, the Black Sea, the Crimea.

Strong mantle anomalies of the physical fields have been revealed. Gravity values are 2,0-2,4 mm/s^2, heat flow is to +50 mW/m^2, the lower edge of the magnitoactive layer is uplift several tens of kilometres, seismic velocities are about minus tenths of km/s compared with the Precambrian platform. Quantitative interpretation has shown that the scheme of deep processes adopted which explaines the main events in the Phanerozoic history of the region fits the anomalies observed. The major part of anomalous effects is due to temperature variations in the interior and polymorphic transforms of the mantle matter. Part of density and velocity anomalies in Pannonia are due to variations of composition (ferruginosity decrease) of the uppermost mantle in the process of young magmatism.

БУРЬЯНОВ В.Б., ГОРДИЕНКО В.В., ЗАВГОРОДНЯЯ О.В., КУЛИК С.Н., ЛОГВИНОВ И.М., Институт геофизики им.С.И.Субботина АН УССР, г.Киев, СССР

ТЕКТОНОСФЕРА КАРПАТО-БАЛКАНСКОГО РЕГИОНА

На исследуемой территории представлен геосинклинальный тип эндогенного режима альпийского (Карпаты, Альпы, Динариды, Балканиды) и герцинского (северный форланд) возрастов и тип разломно-магматической активизации неоген-четвертичного возраста (значительные районы форланда и, вероятно, внутренних зон). В соответствии с этими данными построены модели глубинных процессов по адвекционной схеме. Она включала представления о незамкнутом перемещении вещества всей верхней мантии (первый тип режима) или ее части (второй тип). Модели демонстрируют резкие изменения физических свойств глубинного вещества по сравнению со свойствами недр докембрийских платформ.

Комплексный анализ данных гравиметрии, магнитометрии, геотермии, гео-

электрики, сейсмологии в пределах региона показал применимость принятых моделей для объяснения наблюдаемых аномалий. Интерпретация полей проведена вдоль серии профилей ГСЗ, расходящихся из центральной части Паннонского срединного массива и проходящих по различным частям региона и его форландов: I Восточным Карпатам и Волыно-Подольской плите; II Западным Карпатам, эпигерцинской и докембрийской платформам в Польше; III Западным Карпатам, Чешскому массиву и Саксоно-Тюрингской зоне; IУ Восточным и Центральным Альпам; У Динаридам и Адриатической плите; УI Восточным Карпатам, Молдавской плите, Добрудже, Одесскому заливу Черного моря, Крыму.

Обнаружены интенсивные аномалии полей мантийной природы. Значения силы тяжести понижены на 2,0-2,4 мм/с^2, тепловой поток повышен до 50 МВт/м^2, нижняя кромка магнитоактивного слоя поднята на десятки км, сейсмические скорости понижены на несколько 0,I км/с (в центре Паннонии в значительном подкоровом интервале - повышены) по сравнению с докембрийской платформой. Обнаружены слои высокой проводимости в коре и мантии. Количественная интерпретация показала соответствие аномалий (в рамках точности наблюдений и расчетов) принятой схеме глубинных процессов, объясняющей и все основные события фанерозойской геологической истории региона. Основная часть аномальных эффектов связана с изменением температуры недр и полиморфными превращениями в веществе мантии. Часть аномалий плотности и сейсмической скорости в Паннонии связана с изменением состава (понижением железистости) верхов мантии в процессе молодого магматизма.

CARR JAMES R., Univ. of Missouri, Rolla, Missouri, U S A; GLASS CHARLES E., Univ. of Arizona, Tucson, Arizona, U S A.

A REGIONALIZED VARIABLES TECHNIQUE FOR ACCURATE CONTOURING OF EARTHQUAKE GROUND MOTION DATA

Two disparate approaches to earthquake microzonation are currently accepted. One approach characterizes seismic hazard on the basis of the local distribution of geologic materials. As an example, saturated alluvial deposits lining stream drainages might be assigned a high seismic hazard, whereas areas underlain by coherent materials might be considered to be less hazardous. Another approach propagates ground motion from an epicenter on the basis of a developed attenuation function, usually a linear regression whose coefficients are defined using observed ground motion values. Each of these approaches, however, ignores the spatial distribution of ground motion as shown by actual observations. One reason for this involves the spatial irregularity of observation locations, hence contouring these data is neither accurate nor straightforward. Yet, by characterizing the spatial relationship between these data using a variogram, then kriging these data at intersections of a uniform grid, contouring of historical earthquake ground motion is both accurate and straightforward. Moreover, accurate microzonation of seismic hazard results from this contouring accuracy.

CASSINIS Roberto, University of Milano, Milano, Italy

STUDY OF SOME GEOPHYSICAL PARAMETRES FOR THE EVALUATION OF EARTHQUAKE ORIGIN ZONES IN THE ITALIAN REGION

The Italian region is a transitional zone where the complexity of the crustal and lithospheric structure produces strong lateral discontinuities and where the correlation between the surface and the deep geology is always very difficult.
For this reason the crustal models for each sub-region must be constructed considering several geophysical parametres.
The correlation between the seismic regime and the distribution of the seismic velocity as obtained by DSS appears to be particularly meaningful and can contribute to the definition of the earthquake origin zones, to a better understanding of the modification of seismic activity from zone to zone and to the evaluation of M_{max}.
This study makes use of the historical earthquakes over the whole Italian territory. However, detailed investigations have been made in particular areas considering the microearthquakes and the geophysical surveys carried out by several methods. Possible models are discussed to explain the migration of seismic activity from the upper crust to the "M" transition and to the upper mantle while moving southward along the Peninsula.

CERMAK V., Geophysical Institute, Czechoslovak Academy of Sciences, Praha, Czechoslovakia

HEAT FLOW AND THE DEEP STRUCTURE OF EUROPE

Heat flow map of Europe was derived from more than 3000 existing observations complemented by deep hole temperatures, temperature gradients and local heat flow patterns. The European region is characterized by large low heat flow zone covering most of northern and eastern Europe, surrounded by normal to high heat flow values spread in western, central, southern and south-eastern Europe. This general character is the consequence of the long-term geological evolution and the major heat flow provinces correspond to the principal tectonic units. The map of the surface heat flow was supplemented with the crustal thickness data and the information on the heat flow–tectonic age, heat flow–heat generation and heat flow–crustal thickness relationships. Interpreting this material in terms of the crustal structure, one-dimensional steady-state temperature-depth curves were calculated. Converting the seismic velocities to the heat generation data the preliminary pattern of the Moho heat flow was proposed. The Mohorovičić discontinuity is not an isothermal surface, neither is constant the outflow of heat from the upper mantle, but both parameters may vary in broad ranges. The Moho-temperature can be as low as 280 °C in the shield areas, however it can well exceed 900 °C in some young intramontane depressions or in rift structu-

res. Regional variations of the Moho heat flow can amount up to 30-40 mWm^{-2}, and reflect thus the tectonic stabilization of the crust. By equating the depth at which the calculated geotherms intersect a mantle solidus with the depth of the base of the lithosphere, the surface heat flow pattern may be used to assess the regional variations of the lithosphere thickness.

CHANDRA NALLUTLA NAVEENA PH.D., Departamento de Geologia, FUEMT, Cidade Universitaria, Brazil

A SEISMO-TECTONO-MAGMATIC ZONE IN MATO GROSSO, BRAZIL

Abstract: Two principal occurrences of volcanic and sub-volcanic alkaline rocks in the state of Mato Grosso, Brazil, namely at Domo de Araguainha and Mimoso are interpreted to fall on an alignment of seismic, tectonic and magmatic activity, extending over a distance of more than 500 km, assuming a northerwesterly direction locally. Magnetic and gama spectrometric profiles carried out on a detailed scale are presented and analysed, and show strikingly similar features. Regional magnetic profiles perpendicular to the supposed alignment are marked by large fault-type anomalies with a probable mantle source.

At least two well known not springs are found to lie in the proximity of this alignment with no visible link to radioactive heat sources, as shown by gama spectrometric measurements, but associated with tectonic activity.

Large structural features like grabens in Parana Basin sediments and reverse faults in low grade metamorphics of Cuiabá Group, were observed clustered perpendicularly to this alignment.
At least at one locality on this alignment namely at Rondonopolis was observed seismic activity.

This alignment is compared with the seismotectonic alignment reported in the states of Minas Gerais and Rio de Janeiro in the eastern Brazil, Poços de Caldas - Cabo Frio Alignment. Furthermore alkaline-rocks of Ipora Group in Goiás state, in central Brazil, are observed to be aligned as well.

Assuming a velocity of continental plate to be 1,8 cm/year, and a hot spot stationary at Mimoso, the ages of these two intrusions were calculated to be Mesozoic, the initial point of disruption of the continents being about 140 million years.

CHEKUNOV A.V., SOLLOGUB V.B., STAROSTENKO V.I., RUSAKOV O.M., KOZLENKO V.G., KOSTYUKEVICH A.S., KHARECHKO G.E., S.I.Subbotin Institute of Geophysics of the UkrSSR Acad.Sci., Kiev, USSR

STRUCTURE OF THE TECTONOSPHERE BELOW HINDUSTAN AND THE ADJACENT WATER AREAS FROM SEISMIC AND GRAVITY DATA

The materials of seismogravitational modelling presented in the paper have been obtained in the course of constructing a system of models envolving an increasing number of structural details. The gravitational effect of the three-dimensional distribution of velocity inhomogeneities in the Earth shell to a depth of 2900 km has been calculated on a sphere; it is showen that the Indian geopotential low is of an interferential nature. In the most of the Indian Ocean a three-dimensional density model for the tectonosphere is constructed including the upper -to-lower mantle transition zone (Golitsyn's layer). The model provides a general pattern of the structure of the litho-, astheno- and mesosphere of different oceanic units in the state of equlibrium. The structural features of the earth crust are revealed in water areas and transition zones. A two-dimensional velocity model is constructed along the Udipi-Kavali DSS line running across the Indian Shield. The model structure correlates with the anomalies of the observed field. New features of the continental crust are recognized, such as the existence of velocity inversion zones in the upper crust and a multistage intrusion of highly basic rocks in the junction zone between the uplifted and subsided blocks. The idea of the "Lightness" of the crust below the Indian Shield derived from the data obtained needs to be reconsidered.

ЧЕКУНОВ А.В., СОЛЛОГУБ В.Б., СТАРОСТЕНКО В.И., РУСАКОВ О.М., КОЗЛЕНКО В.Г., КОСТЮКЕВИЧ А.С., ХАРЕЧКО Г.Е., Институт геофизики им. С.И.Субботина АН Украинской ССР, г.Киев, СССР

СТРОЕНИЕ ТЕКТОНОСФЕРЫ ИНДОСТАНА И ПРИЛЕГАЮЩИХ АКВАТОРИЙ ПО СЕЙСМИЧЕСКИМ И ГРАВИТАЦИОННЫМ ДАННЫМ

Представленные в докладе материалы сейсмогравитационного моделирования получены в рамках построения системы моделей возрастающей степени детальности. Рассчитан на сфере гравитационный эффект объемного распределения скоростных неоднородностей оболочки Земли до глубины 2900 км; показано при этом, что Индийский минимум геопотенциала имеет интерференционную природу. Для большей части Индийского океана

построена объемная плотностная модель тектоносферы до зоны перехода от верхней к нижней мантии (слой Голицына) включительно. Эта модель дает представление о структуре лито-, астено- и мезосферы различных элементов для океана в уравновешенном (устойчивом) состоянии. Выявлены особенности строения земной коры акваторий и переходных зон. По профилю ГСЗ Удипи-Кавали, пересекающему Индийский щит, построена двумерная скоростная модель; выполнена корреляция ее структуры с аномалиями наблюденного поля силы тяжести. В коре континента установлены новые особенности - наличие зон инверсии скорости в верхах разреза, а также многослойная интрузия пород повышенной основности в зоне сочленения приподнятого и опущенного блоков. Представление об отнесении коры Индийского щита к "легкому" типу в свете полученных данных нуждается в пересмотре.

CHEN LI-CHENG, Beijing Computer Center, Ministry of Geology and Mineral Resources, Beijing, China

A MATHEMATICAL SOLVING OF THE PROPAGATION OF ELECTROMAGNETIC WAVES IN INHOMOGENEOUS UNDERGROUND MEDIUM

(Method of System of Integral Equations of Undetermined Functions)

It is necessary for subterranean geophysical exploration to study the propagation of electromagnetic waves in inhomogeneous medium with a borehole. For the geological model for inhomogeneous medium in which the underground medium is axial symmetric, and is respectively homogeneous inside and out of the well. E.B. ЗАХАРОВ in his monograph: "МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ КАРОТАЖЕ" (1979) gave a method of system of one-dimensional integral equations. There is a thing not very clear in his monograph, he claims "Ядра этой системы одномерных уравнений либо регулярны, либо имеют логарифмическую особенность при совпадении аргументов". (on page 51), but we have found that the integral kernel has singularity of $\frac{I}{(z - z_0)^2}$ type.

We construct a new system of integral equations by means of method of undestermined functions, and obtain the numerical solution. In the special case of homogeneous medium, this solution is well agree with the results of the classical formula.

CISTERNAS A., SALLENTIN J., SOLDANO H., Institut de Physique du Globe, Paris, France; GODEFROY P., LAMBERT S., WEBER C., Bureau de Recherches Gèologiques et Minières, Orlèans, France

GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL APPROACH OF A PATTERN RECOGNITION STUDY OF THE EARTHQUAKE-PRONE AREAS IN WESTERN ALPS

Pattern recognition techniques have been recently applied to the determination of seismically dangerous zones in Western Alps, using two different algorithms and two different sets of parameters (Soviet-French cooperative project).

The emphasis is put here on the selection method of objects of recognition by the French team. The basic data is mainly derived from the seismotectonic maps of France and Switzerland. A neotectonic scheme has been prepared, taking into account evidence of various Pliocene and Quaternary fault movements - more often transcurrent. Objects are regularly chosen along linear accidents.

The descriptors of the parameters related to the dangerous or non-dangerous features are associated either with the geometric characteristics of sources (nature of faulting, crustal thickness, slope of the Moho...) or with the characteristics of recent deformations (vertical movements, stress field...)

The results of the pattern recognition allow a clear distinction between potentially dangerous areas (such as fault contact between Jura and Molassic plain, Aix-en-Provence area and Middle Durance...) and non dangerous zones. This distinction remains stable throughout the different tests.

CORNEA I. and PORESCU M., Centre Earth's Phys. Seismol. Bucharest-Magurele; LAZARESCU V., Bucharest Univ., Romania

MAJOR ROMANIAN EARTHQUAKES DURING 20th CENTURY: SEISMOTECTONIC CONCLUSIONS

The seismotectonics of Romania here outlined in plate tectonic terms is based only on the most energetic earthquakes from the present century up to I982, about which reliable instrumental data are available.
This new review is presenting the seismotectonics of the whole country taking into account two kinds of seismic events intermediate quakes produced under Eastern Carpathian Arc Bend in relation to a subduction process (e.g. 1934, Oct. 1940, Nov.1940, Mars 1977 Vrancea events) and shallow earthquakes connected to deep crustal faults,as well as across the Carpathian Fore-land (e.g. I970, I976, 1978, 1979 Moldavia; 1906, 1980, 1981 Northern Dobroudgea; 1960, 1975 Romanian Plain), as within the Alpine-Carpathian folding zone (1960, 1978 Banat ; 1916 Fagaras M^{ts}; 1962, 1963 Oltenia ; 1966, 1969 Cîmpulung Muscel ; 1978, 1979 Maramures ; 1906 Eastern border of the Pannonian Plain). The Seismitectonic interpretation is also using data about regional and local geophysical fields.

COSTA T.B., SANTOS J., Universidade Federal de Rio Grande de Norte, Natal; Universidade de Sao Paulo, Sao Paulo;
HAMZA V.M., Universidade de Sao Paulo, Inst.Pesquisas Teconologicas, Sao Paulo, Brazil

USE OF GEOTHERMAL METHODS IN EXPLORATION AND EXPLORATION OF GROUNDWATER IN SEMI-ARID REGIONS OF BRAZIL

Conventional uses of temperature logs in water wells include determination of velocity and direction of groundwater movement as well as in-situ permeability. Regional geothermal gradient variations have also been found useful as an inexpensive auxiliary method in the determination of recharge and discharge zones, vital for urban and industrial planning in semi-arid regions.
Very little, however, is known about the use of geothermal techniques in the exploitation of groundwater. Studies carried out in wells drilled for groundwater in semi-arid regions of Brazil show that temperature logs can be used as an economical semi-quantitative method for defining the correct intervals for installation of filters. The technique is based on the fact that in layers with active groundwater movement mass transfer plays a key role in the heat exchange between drilling fluid and formation. On the other hand in impermeable strata this heat exchange is possible only through conduction. Hence temperature logs carried out soon after cessation of drilling reveal presence of thermal anomalies produced by groundwater movement. Results obtained so far show that installation of filters in intervals indicated by temperature logs have allowed increases of two to three times the extraction rates of groundwater in localities normally considered nonproductive. In layers where flow is restricted by fractures installation of filters is critical in obtaining good flow rates. Detailed temperature logs are found useful in defining fractures but there is some difficulty in recognizing fractures that are hydrologically active from those that are passive and simply permit penetration of drilling fluid.

CRISTIAN M., Enterprise for Geological and Geophysical Prospecting, Bucharest, Romania

ON THE APPLICATION AND INTERPRETATION OF THE GEOELECTRICAL MEASUREMENTS IN ORDER TO POINT OUT THE HYDROTHERMAL BASE METAL MINERALIZATIONS

The paper shows the results of the complex application of the electrical prospecting methods (field measurements and interpretation procedures) to the pointing out of the areal and depth de-

velopment of the gold-silver and base metal sulphide mineralizations of impregnation and quartz veins types in the Neogene eruptive area of the Gutîi and Oas Mountains.
On the basis of the cation-exchange property of clay minerals (the membrane polarization) a new mode of interpretation of the induced polarization anomalies is introduced.
For the quantitative interpretation of the field measurements the author elaborated: mathematical models in order to point out the characteristics of the quartz veins and FORTRAN IV programmes for detection of weak geophysical and geochemical anomalies against a "noisy background" (application of the mathematical statistics).
The application of various methods (induced polarization, self-potential and resistivity) according to the type of mineralization investigated and the new interpretation procedures of the field data, checked by boreholes and mining works, contributed to the defining of the Racsa deposit, kept the interest in the Batarci mining field, determined the exploitation of the Băile Turtului deposit and allowed further preparation works for the exploitation in the zone of this deposit.

DABROWSKI A., Geol.Institute, Warsaw, Poland; KARACZUN K., Geological Institute, Warsaw, Poland.

SW MARGIN OF THE EAST-EUROPEAN PLATFORM IN POLAND IN THE LIGHT OF THE MAGNETIC AND GRAVITY SURVEYS

The results of magnetic measurements were one of the most important premises to put forward the idea of the Teisseyre-Tornquist-Line as SW margin of the old East European Platform. More and more precise and detailed magnetic measurements have permitted to delineate with growing precision the course of this margin. Recently its course has been drawn using the method of mean absolute values of horizontal changes, which made it possible to reveal some unknown details of the above margin and the accompanying deep fractures. The gravity measurements have shown the existence of several structural elements /of regional or local character/ in sedimentary cover /mainly/ Zechstein-Mesozoic complex/ along the south-western margin of East-European Platform, with which they are genetically connected. The analyse of the results of semidetailed gravity measurements, after the application of residual anomalies and mean absolute values of horizontal changes methods, has permitted to determine precisely the course and extent of lo-

cal structures and faults in the zone embracing the north-western part of Teisseyre-Tornquist Line. The obtained results have been compared with the seismic data and geological synthetic elaborations.

DECKER R.W., KOYANAGI R.Y., DVORAK J.J., LOCKWOOD J.P., OKAMURA A.T., YAMASHITA K.M., TANIGAWA W.R., US Geological Survey, Hawaiian Volcano Observatory, USA

SEISMICITY AND GROUND SURFACE DEFORMATION OF MAUNA LOA VOLCANO, HAWAII

Mauna Loa is an 8 km-high shield volcano rising 4,169 m above sea level. The mountain is elongate in the direction of its northeast and southwest rift zones, and has a 3-by-5 km-wide summit caldera.

Increased seismicity and summit dilation preceded the last eruption in July 1975 for about one year. The occurrence of shallow (0-5 km) earthquakes of magnitude equal to or larger than 2.0 increased from a few per year to over 100 per/year during late 1974 and early 1975. The number of intermediate-depth (5-13 km) earthquakes also increased during the year before the eruption, but deeper (>13 km) earthquakes showed no change in rate of occurrence related to the eruption. Electronic distance measurement (EDM) survey lines across the summit caldera, established in 1964, showed little or no change until 1974. In the year prior to the 1975 eruption they extended by as much as 100 mm. After the eruption, the number of shallow earthquakes dropped to a low level, but intermediate-depth earthquakes and dilation of the summit area continued at moderate rates.

Inflation of Mauna Loa's summit has continued since 1975 as shown by patterns of changing tilt, level-line elevations and horizontal displacements. Comparison of these observations from 1977-1983 to simple elastic deformation models indicates shallow accumulation of 5×10^6 m^3 of magma per year at a depth of 4 km beneath a point 2 to 3 km southeast of the caldera center.

Since 1981, and especially since early 1983, the rate of occurrence of shallow earthquakes beneath the summit area of Mauna Loa has been increasing again. The rate of summit inflation as measured by uplift, outward tilt and extension of EDM lines across the caldera may also be increasing. If this apparent acceleration of strain continues, it indicates a significantly increased probability of eruption of Mauna Loa during the next few years.

DOBREV T.B., **Софийский высший горно-геологический институт**, г.София, НРБ

ГЕОФИЗИКА И СЕЙСМИЧНОСТЬ БАЛКАНСКОГО РЕГИОНА

Рассматриваются особенности строения литосферы Балканского региона, ее структурная гетерогенность, блоковое строение и зональность, нашедшие отчетливое выражение в характере региональных геофизических полей . На основании анализа распределения глубин очагов сильных землетрясений выделены протяженные зоны активных глубинных деформаций в

коре и верхней мантии,с которыми связано высвобождение энергии из наиболее крупных очагов. Глубинные очаги районов Вранча (Восточные Карпаты) и Сицилии (Калабрия) трассируют краевые участки линейной неоднородности северо-восточного простирания. Между этими мантийными источниками обнаружена пространственно-временная последовательность в высвобождении энергии,что может свидетельствовать в пользу их единой генетической и структурной предопределенности.
Исследована структурная зональность земной коры и выявлена четкая закономерная связь между характером блокового строения,мощностью земной коры и вещественным составом отдельных ее блоков. Отмечается сильная тектоническая расслоенность литосферы и более глубоких слоев региона,обусловленная интенсивностью,масштабом и глубиной современных геодинамических процессов.
Рассмотрены количественные связи между параметрами геофизических полей и сейсмичности,отмечена возможность оценивать вероятность возникновения землетрясений из очагов разных генетических типов (групп) на территории Болгарии. Дано истолкование аномальных сейсмических процессов района Вранча,природы искажения макросейсмического поля. На основании сформулированных основных характеристик,признаков и критериев выделения структурных и динамических неоднородностей среды показаны примеры эффективных методов решения методических и практических задач.

DOLITSKY A.V., All-Union Research Institute of Mineral Resources and Geological Prospecting of Ministry of Geology of the USSR, Moscow, USSR

THE NATURE AND MOTION OF THE MAIN MAGNETIC FIELD OF THE EARTH ACCORDING TO PALAEOMAGNETIC DATA

The main magnetic field of the Earth is considered as sum of the dipole field and the field of world anomalies. The dipole field of the past is characterized by the disposition and orientation of groups of palaeomagnetic poles. The last within one period of fanerozoic are regulated not according to the continents, but according to the orientation of ellipses which unite them, that means that the continents are immovable. The ellipses are coupled they unite the magnetic poles of N and R polarity and are placed on the long axis. The long axes of two coupled orthogonal ellipses and one coupled diagonal ellipse which unite the palaeomagnetic poles of one period are crossed in one point corresponding to the geographical pole of this period on the spiral of its trajectory. Among the orthogonal ellipses in which the palaeomagnetic poles of given period are concentrated one is directed to the beginning of those of four spirals

of the trajectory on which the geographical pole of this time is disposed. The dipole field is defined by the sum of three orthogonal dipoles; one axial and two equatorial ones which are stipulated by the rotation of the mantle along the core around the corresponding axes. The axial dipole predominates over equatorial ones, but as one of the equatorial dipoles increases because of the increase of rate of the mantle rotation around the corresponding axis, magnetic poles move from the geographical ones to the poles of axial dipole forming ellipses. Variable rotation of the mantle around three orthogonal axes and their displacement cause the movement of geographical poles and simultaneously the forming and movement of dipole magnetic field. The field of world anomalies is conditioned by four largest anomalies which are symmetrical to axis N, one of the poles of this axis is placed near the south part of Africa. The correlation of geoidal falls with positive magnetic anomalies and their rise with negative magnetic anomalies is noted. The positive anomalies arise in active falls of geoid in the regions which displace from equatorial zone to the polar one in the process of the movement of the mantle around the axis. The negative anomalies arise in contrary conditions.

ДОЛИЦКИЙ А.В., Всесоюзный научно-исследовательский институт экономики минерального сырья и геологоразведочных работ Министерства геологии СССР, г.Москва, СССР

ПРИРОДА И ДВИЖЕНИЕ ГЛАВНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ,ПО ПАЛЕОМАГНИТНЫМ ДАННЫМ

Главное магнитное поле Земли рассматривается как сумма дипольного поля и поля мировых аномалий.Дипольное поле прошлого характеризуется расположением и ориентацией групп палеомагнитных полюсов. Они в пределах одного периода фанерозоя оказываются упорядоченными не по материкам, а по ориентации объединяющих их эллипсов, что означает неизменность положений материков.Эллипсы оказываются парными - объединяющими магнитные полюса прямой и обратной полярности и находящимися на одной длинной оси.Длинные оси двух парных ортогональных эллипсов и одного парного диагонального,объединяющих палеомагнитные полюса одного периода, пересекаются в одной точке,отвечающей географическому полюсу этого времени на спирали его траектории, найденной на основе анализа планетарной трещиноватости. Среди ортогональных эллипсов концентрации палеомагнитных полюсов данного периода один ориентирован в сторону начала той из четырех спиралей траектории,на которой находится географический полюс этого времени.Дипольное поле определяется суммой трех ортогональных диполей:осевого и двух экваториальных,обусловленных вращением оболочки по ядру вокруг отвечающих им осей.Осевой диполь преобладает над экваториальными,но при возрастании одного

из экваториальных за счет увеличения скорости вращения оболочки вокруг соответствующей оси к ее полюсам от географических отбегают магнитные полюса, образуя наблюдаемые эллипсы их концентрации. Попеременное вращение оболочки вокруг трех ортогональных осей и их смещение приводят к движению географических полюсов – выходов географической оси на поверхности вращающейся вокруг ядра оболочки. Одновременно это приводит к образованию и движению дипольного магнитного поля. Поле мировых аномалий определяется четырьмя крупнейшими аномалиями, симметричными оси N , один из полюсов которой находится у южной оконечности Африки. Отмечается корреляция прогибов геоида с положительными магнитными аномалиями и поднятий с отрицательными. Положительные аномалии возникают как активные прогибы геоида в областях, которые в процессе вращения оболочки вокруг оси смещаются из экваториальной области в полярную. Отрицательные аномалии возникают в противоположных условиях.

DORTMAN N.B., MAGID M.Sh., A.P.Karpinsky All-Union Research Geological Institute, Leningrad, USSR

REGIONAL AND DEEP-SEATED PETROPHYSICAL CHARACTERISTICS OF THE CONTINENTAL CRUST

Petrophysical characteristics of rocks and geological formations is controlled by initial conditions of their generation and subsequent changes, operative under various PT conditions, typical of different crustal layers. Different nature of geodynamic processes operative in the lithosphere determines specific petrophysical features of geodynamic systems, reflected in the structure of petrophysical maps of the recent section of the Earth crust. Temperatures and pressures mainly affect changes of rock macrostructure and microstructure of minerals. Identical temperature and pressure regime results in rock formation with similar physical properties, despite their genetic differences. Thus, density of 2,55-2,75 g.cm^{-3} typical of upper-crust regime can characterize terrigenous, carbonate, volcanic, intrusive, and metamorphic rocks. There are three megalayers in the deep crustal Section, they are: 1) sedimentary (mainly gradient-stratified), 2) granite-metamorphic (mainly differentially stratified) and 3) basaltic (differen, tiallystratified in the upper and gradient-stratified in the lower part).

A general density and velocity increase in the Earth crust is caused mainly by irreversible changes in the matter: it is an strong compaction of the macrostructure in the sedimentary magalayer in the transition zones to granite-metamorphic and to basal-

tic and in the lower part of the basaltic magalayer it is the compaction of microstructure and an increase of the atomic mass. The contribution of reversible changes diminishes with depth.

ДОРТМАН Н.Б., МАГИД М.Ш., Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт им. А.П.Карпинского (ВСЕГЕИ), г.Ленинград, СССР

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ГЛУБИННАЯ ПЕТРОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Петрофизическая характеристика горных пород и геологических формаций обусловлена первичными условиями их образования и последующими процессами изменения, протекавшими в разных термобарических режимах, присущих разным слоям земной коры. Различный характер геодинамических процессов в литосфере определяет специфическую петрофизическую характеристику геодинамических систем, что находит свое отражение в структурности петрофизических карт современного среза земной коры. Влияние термобарического режима сказывается главным образом на изменении макроструктуры пород и микроструктуры минералов. Идентичный термобарический режим приводит к образованию пород с близкими физическими свойствами в независимости от их генетических различий. Так, плотность 2,55–2,75 г/см^3, типичную для верхнекорового режима, могут иметь терригенные, карбонатные, вулканогенные, интрузивные и метаморфические породы.

В глубинном разрезе земной коры выделяются три мегаслоя: осадочный - преимущественно градиентно-слоистый, гранито-метаморфический - преимущественно дифференциально-слоистый и "базальтовый" - дифференциально-слоистый в верхней части и градиентно-слоистый в нижней. Общее увеличение плотности и скорости в земной коре обусловлено главным образом необратимыми изменениями в веществе: в осадочном мегаслое благодаря уплотнению макроструктуры; при переходе в гранито-метаморфический и в базальтовый, а также в нижней части базальтового мегаслоя за счет уплотнения микроструктуры и увеличения средней атомной массы. Роль обратимых изменений с глубиной уменьшается.

DRUZHININ V.S., RYBALKA V.M., Industrial Geological Institution "Uralsgeology" of the RSFSR Ministry of Geology; KHALEVIN N.I., Institute of Geophysics of the Ural Scientific Center of the USSR Academy of Sciences, Sverdlovsk, USSR

ON ASSOCIATION OF SURFACE GEOLOGY AND METALLOGENY WITH DEEP CRUSTAL STRUCTURE FOR THE URALS REGION (ACCORDING TO DSS DATA)

Crustal structure of the Urals and of the adjacent areas has

been studied with deep seismic investigations along a number of DSS profiles 4000 km in length.

It has been established, that different in scale and in history of development of geological structures, starting with large structures, such as platform, geosyncline belt, and finishing with structure-formational zones with dimensions up to 30-50 km, have specific features of deep crustal structure. The most considerable differences are observed between the Main lineament of the Urals geosyncline system (the Tagil-Magnitogorsk syncline) and the adjacent regions.

An anomaly of deep structure gradually decreases in longitudinal direction, away from axial structure with separate intensifications in sections of large deep faults, i.e. there is observed longitudinal zonality of geosyncline belt. Continental crust is preserved over the whole region under study, the only changeable values are the seismic model character and the degree of the crustal heterogeneity. Within the Urals geosyncline there were observed three crustal types: phemic and sialic ones, and an intermediate type, which correspond to eugeosynclines, to ancient uplifts or zones of intensive granitization and to superimposed depressions a fault zones. Besides longitudinal, there was determined lateral zonality of the crust structure and of the Urals upper mantle.

There observed association of iron, copper and other minerals deposits distribution with chemical composition, with contrast of crust structure and with distribution of differently directed deep faults. Information on deep structure is one of the main criteria in tectonic division and regional metallogenic prediction.

ДРУЖИНИН В.С., РЫБАЛКА В.М., ПГО "Уралгеология" Министерства геологии РСФСР, г.Свердловск; ХАЛЕВИН Н.И., Институт геофизики УНЦ АН СССР, г.Свердловск, СССР

О СВЯЗИ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТРУКТУР И МЕТАЛЛОГЕНИИ С ОСОБЕННОСТЯМИ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА (ПО ДАННЫМ ГСЗ)

Глубинное строение Урала и прилегающих к нему районов изучено глубинными сейсмическими исследованиями по ряду профилей общей протяженностью 4000 км.

Установлено, что различные по масштабам и по истории развития геологические структуры, начиная от таких крупных, как платформа, геосинклинальный пояс и кончая структурно-формационными зонами с поперечными размерами до 30-50 км, имеют специфические черты глубинного строения. Наиболее существенные отличия наблюдаются между Главной

структурой Уральской геосинклинальной системы (Тагильско-Магнитогорский прогиб) и прилегающими к ней районами. Аномальность глубинного строения постепенно убывает в широтном направлении по мере удаления от осевой структуры с отдельными активизациями на участках крупных глубинных разломов, то есть наблюдается продольная зональность геосинклинального пояса. Континентальный тип коры сохраняется для всего рассматриваемого региона, меняется только характер физической модели и степень дифференцированности разреза.

В пределах Уральской геосинклинали выделено три подтипа коры: фемического, сиалического профиля и промежуточный, которые соответствуют эвгеосинклинальным прогибам, древним поднятиям и зонам интенсивной гранитизации, наложенным впадинам и приразломным структурам.

Наряду с продольной установлена поперечная зональность строения коры и верхней мантии Урала. Намечена связь распределения месторождений железа, меди и других полезных ископаемых с основностью, контрастностью строения коры и расположением разнонаправленных глубинных разломов.

Информация о глубинном строении является одним из основных критериев при тектоническом районировании и региональном металлогеническом прогнозировании.

DUBROVSKY V.A., Institute of Physics of the Earth of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

TECTONIC TRAVELLING WAVES

The suggested new mechanism of tectonic movements, including those in form of travelling waves, supposes existence of the asthenosphere layer, which substance is considered to be semi-inconsolidated (by 2-3 per cent). The model mathematic problem on the balance of elastic layer (lithosphere) lying on lighter uncompressible liquid (asthenosphere) leads to the conclusion on the possibility of lithosphere depressions (uplifts) with corresponding compensating uplifts (depressions) and allows to evaluate the λ_K dimentions of such disturbances under conditions of balance. Thus the balanced (though unstable) state in the asthenosphere-lithosphere system in the presence of density inversion is possible if the effective shear modulus μ_{eff} is sufficiently small, i.e.so that the dimensionless parameter $q = \delta\rho g H / 4\mu_{eff}$ is more than one. Here $\delta\rho = \rho - \rho_0$ with ρ - lithosphere density of H thickness, ρ_0 - asthenosphere density. If wave disturbance appears with wave length λ, close to λ_K, in case of balance, so that the system is located in a stable region: $\lambda \leq \lambda_K$, then frequency ω of such a disturbance turns to be

close to zero. This means that travelling wave with large period - tectonic wave- is possible when close to the instability boundary. The model evaluations show that the dispersion equation $f(\omega,\kappa)=0$ with $\kappa=2\pi/\lambda$ takes place in the presence of density inversions $u_0 \exp\{i(\omega t-\kappa x)\}$ for the wave disturbance in the lithosphere-asthenosphere system. This equation covers the region of tectonic periods of hundreds or dozens million years to the usual seismic periods. All depends on how greatly the q parameter differs from one and the induced travelling wave length from the critical λ_κ under conditions of balance.

ДУБРОВСКИЙ В.А., Институт физики Земли АН СССР, г. Москва, СССР

ТЕКТОНИЧЕСКИЕ БЕГУЩИЕ ВОЛНЫ

Предлагаемый новый механизм тектонических движений, в том числе в виде бегущих волн, предполагает существование астеносферного слоя, вещество которого считается частично разуплотненным (на 2-3%). Модельная математическая задача о равновесии упругого слоя (литосфера), лежащего на более легкой несжимаемой жидкости (астеносфера) приводит к заключению о возможности прогибов (поднятий) литосферы с соответствующими компенсационными поднятиями (прогибами) и позволяет оценить размеры λ_κ таких возмущений в условиях равновесия. При этом равновесное состояние (хотя и неустойчивое) в системе астеносфера-литосфера при наличии инверсии плотности возможно, если эффективный модуль сдвига $\mu_{эфф}$ будет достаточно мал, т.е. таким, что безразмерный параметр $q=\delta\rho g H/4\mu_{эфф}$ будет больше единицы. Здесь $\delta\rho=\rho-\rho_0$, причем ρ – плотность литосферы толщины H; ρ_0 – плотность астеносферы. Если возникает волновое возмущение с длиной волны λ, близкой к λ_κ, в равновесном случае, так что система находится в устойчивой области: $\lambda \lesssim \lambda_\kappa$, то частота ω такого возмущения оказывается близкой к нулю. Это означает, что вблизи границы неустойчивости возможна бегущая волна с большим периодом – тектоническая волна. Модельные оценки показывают, что для волнового возмущения в системе литосфера-астеносфера при наличии инверсии плотности $u_0 \exp\{i(\omega t-\kappa x)\}$, имеет место дисперсионное уравнение $f(\omega,\kappa)=0$, где $\kappa=2\pi/\lambda$. Это уравнение охватывает область от тектонических периодов в сотни или десятки миллионов лет до обычных сейсмических периодов. Все зависит от того, насколько параметр q отличается от единицы, а длина возбужденной бегущей волны от критической λ_κ в условиях равновесия.

EFIMOV A.B., Institute of Physics of the Earth of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

REOLOGY OF THE UPPER MANTLE

Ambiguity of the modern geotectonic conceptions and constructions is closely connected with ambiguity of understanding the reological properties of the upper mantle. Thus, the main notions of the lithosphere plate tectonics are based on the concept of the movement of these practically hard plates over soft asthenosphere. Investigation of the limit of "rigidity", of strength of these plates and introduction of natural limitations on maximum values of rigidity lead to principally different geotectonic conceptions (the Hawaii and oth.). Similarly, consideration of the possible actual values of effective viscosity of the mantle matter of the lithosphere of oceanic sediments results in new understanding of the oceanic bed tectonics.

The reological properties of the upper mantle are understood as the whole spectrum of non-elastic properties of the deformed body: plasticity, creep, strength. These properties depend on conditions of deformation, the body can display elastic, viscous or plastic properties depending on temperature, pressure; reological parameters can change with duration of pressure action. Thus, parameters of viscosity vary broadly for wave and slow tectonic movements. In its turn, temperature is considerably determined by the convective movements in the mantle, thus making investigation even more difficult. For the upper mantle it is possible to evaluate stresses in the mantle even if one does not know the mechanisms of deformation, and has only vague suppositions on properties of the matter. These numerical evaluations display that the stresses produced by density heterogeneity can be considerable, and can result in intensive processes of movement in the mantle.

The urgent need to find the non-contradicting geotectonic hypotheses among the diverse possible ones requires quantitative description of geodynamic processes and phenomena.

Modern data on reology of the crust and upper mantle based on the total integrity of the geological-geophysical information allow to start construction of reliable quantitative models of the global geotectonic processes.

ЕФИМОВ А.Б., Институт физики Земли АН СССР, г.Москва, СССР

РЕОЛОГИЯ ВЕРХНЕЙ МАНТИИ

Неоднозначность современных геотектонических представлений и построений в сильной степени связана с неоднозначностью исполь-

зуемых представлений о реологических свойствах верхней мантии. Так, например, основные понятия тектоники литосферных плит базируются на представлениях о движении этих практически жестких плит по мягкой астеносфере. Изучение предела "жесткости", прочности этих плит и введение естественных ограничений на величины пределов прочности приводит к принципиально отличающимся геотектоническим представлениям (Гавайи и др.). Аналогично, рассмотрение возможных реальных значений эффективной вязкости материала мантии литосферы или океанических осадков приводит к новым представлениям в тектонике океанического дна.

Под реологическими свойствами верхней мантии понимается весь спектр неупругих свойств деформируемого тела: пластичность, ползучесть, прочность. Эти свойства зависят от условий деформирования, так что тело может вести себя как упругое, вязкое или пластическое в зависимости от температуры, давления; реологические параметры могут меняться от времени действия нагрузки. Так, вязкость варьируется в очень широких пределах для волновых и медленных тектонических движений. В свою очередь, температура в значительной мере определяется конвективными движениями в мантии, что еще более усложняет исследование. Для верхней мантии можно провести оценки напряжений в мантии, не зная процессов деформирования и ограничиваясь очень слабыми предположениями о свойствах вещества. Эти численно найденные оценки показывают, что напряжения, вызванные только плотностными неоднородностями, могут быть значительными и вызвать интенсивные процессы движений в мантии.

Настоятельная необходимость выявления непротиворечивых геотектонических гипотез среди разнообразных возможных требует количественного описания геодинамических процессов и явлений.

Современные сведения о реологии коры и верхней мантии, основанные на всей совокупности геолого-геофизических данных, позволяют начинать построение достоверных количественных моделей глобальных геотектонических процессов.

EGORKIN A.V., ZIUGANOV S.K., CHERNYSHEV N.M., Special Regional Geophysical Expedition of the Scientific Industrial Corporation "Neftegeophysica" of the USSR Ministry of Geology, Moscow, USSR

THE UPPER MANTLE OF SIBERIA

Seismic research on the territory of Siberia was carried out by means of an observation system providing the detailed study of the Earth crust and upper mantle. In the process of plotting the

velocity section a combined interpretation of seismograms of refracted and reflected waves was carried out. The basic features of the upper mantle in Siberia are: 1. A narrow range of velocity variations for compressional waves propagating in the first 380 km of the upper mantle (8.0-8.8 km/s).2. The presence of up to four low-velocity layers at depths 74-81 km, 85-120 km, 137-164 km, 197-267km. The greatest velocity change occurs at the boundaries of the first and second layers and at the top of the fourth layer (ΔV=0.35-0.45 km/s). 3. A sudden increase of velocity at the depths 412 (ΔV=0.6 km/s), 508-526 (ΔV=0.3 km/s) and 670-698 (ΔV=0.8 km/s). 4. Starting from the M surface and to the depth of about 150 km, high-velocity layers show an increase of quality factor (Q_p) approximately from 240 to 470. Below 150 km, Q_p-factor decreases with depth (at H=350 km, Q_p=200). At depth of 400-650 km Q_p=325. Q-factor of low-velocity layers was calculated from the records of reflected waves. Q_p=50 at H=74-81 km and Q_p= 100 at H=197-267 km. Within the consolidated crust and the first 50-60 km of the upper mantle $Q_p=Q_s$. The data obtained show that the upper mantle is essentially inhomogeneous laterally. The most abrupt change in the structure of the upper mantle occurs in the transition region from the Siberian platform to the West Siberian plate. Primarily, it is evident from a slower increase (on average) of velocity with depth in the first region. In the West Siberian plate, the thickness of low-velocity layers and of the high-velocity separating them is practically the same (23-33 km). In the Siberian platform, the first three low-velocity layers are much thinner (8-27)km) than the fourth layer (60-70 km),whereas the thickness of the separating layers varies from 13 to 40 km.

ЕГОРКИН А.В., ЗЮГАНОВ С.К., ЧЕРНЫШЕВ Н.М., Специальная региональная геофизическая экспедиция НПО "Нефтегеофизика" Министерства геологии СССР,г.Москва, СССР

ВЕРХНЯЯ МАНТИЯ СИБИРИ

На территории Сибири проведены сейсмические исследования, обеспечивающие детальное изучение земной коры и верхней мантии. При построении скоростного разреза выполнялась совместная интерпретация сейсмограмм рефрагированных и отраженных волн. Основные особенности верхней мантии Сибири: I. Малый диапазон изменения скорости в первых 380 км (8,0-8,8 км/с). 2. Наличие до четырех слоев с пониженной скоростью, расположенных на глубинах 74-8I, 85-I20, I37-I64, I97-267 км. Наибольшее изменение скорости происходит на границах первого и второго слоев и кровле четвертого слоя (ΔV = 0,35-0,45 км/с). 3. Резкое

увеличение скорости на глубинах 412 км (ΔV = 0,6 км/с), 508-526 км (ΔV = 0,3 км/с) и 670-698 км (ΔV = 0,8 км/с). 4. Начиная от поверхности Мохоровичича и до глубины порядка 150 км в слоях с повышенной скоростью отмечается увеличение добротности (Q_p) примерно от 240 до 470. Ниже 150 км Q_p уменьшается с ростом глубины (при H=350 км, Q_p = 200). На глубинах 400-650 км $Q_p \approx 325$. Добротность слоев с пониженной скоростью вычислялась по записям отраженных волн. Q_p = 50 для H=74-81 км и Q_p =100 для H=197-267 км. В консолидированной коре и первых 60 км верхней мантии $Q_p = Q_s$. Полученные данные свидетельствуют о существенной латеральной неоднородности верхней мантии. Наиболее резкое ее строение изменяется при переходе от Сибирской платформы к Западно-Сибирской плите. Это прежде всего проявляется в том, что увеличение (в среднем) скорости с глубиной в первом регионе происходит медленнее, чем во втором. Мощность слоев с пониженной скоростью и разделяющих их слоев с повышенной скоростью на Западно-Сибирской плите практически одинакова (23-33 км). На Сибирской платформе три первых слоя с пониженной скоростью имеют значительно меньшую мощность (8-27 км), чем четвертый (60-70 км), а мощность разделяющих их пластов колеблется от 13 до 40 км.

EL-SAYED A., Geophysics Department, Faculty of Science,
Cairo University, Giza, Egypt

BOUGUER ANOMALIES AND BASEMENT GEOLOGY IN THE AREA WEST OF CAIRO, EGYPT

The Bouguer anomaly map for an area located west of Cairo, Western Desert of Egypt, was interpreted in terms of subsurface geologic structures presented on the basement surface and within the sedimentary section.

The residual component of the Bouguer anomalies, which is related to structures on the top of the basement, was separated graphically using data of some wells reached the top of the basement. An emperical formula was found to govern the relation between residual anomalies and the basement depth having the form: $H_B = 98.62 g_r - 1823.56$ meters. Relief map for the top of the basement is given which shows a range of depth between 1 Kilometer or less in the western and southern part and 6 Kilometers or more in the northern part. E-W and ENE-WSW uplifts and basins superimposed by secondary NW-SE structures are presented on the basement surface, and affecting the overlaying sedimentary section.

FEI DONGYU and GAO RUI, Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, China

GEOTHERMAL FIELD DISTRIBUTION CHARACTERISTICS IN CHINA AND ADJECENT AEA AREA

On the basis of temperature of hot springs and earth surface, thermal gradient and head flow in continent, lakes and seas we compiled a geothermal field information map in China and adjacent sea area. We divided the area into eight geothermal regions according to these data. Combining with ralated geophysical data the paper studies the relationship between geothermal field and crustal structure evolution. A lot of geothermal activities and high heat flow show that the crust of Xiaang (Tibet) geothermal region is very hot with local shallow massive melting. Absorption of seismic wave, negative magnetic anomalies and MT anomalous belts all support the hypothesis. The North China is large type Mesozoic and Cenozoic basin, which experienced a rift development stage, so that the local geothermal backround is higher. The crust in South-East region is fairly thin, its fractures develop widely, which cause hot materials rising easily and form middle-low temperature water activities. The heat flow data of South China Sea show that there is no subduction zone between continental slope and deep sea basin and there is possibly a passive marginal continent. The crust thickness from east to west, which explains the phenomenon of geothermal gradient's decreasing from east to west in China. In the end the paper discusses the relationship among geothermal regions, geothermal resources and oil-bearing prospective region.

FUCHS K., Geophysical Institute, University Karlsruhe, F R G.

SEISMIC ANISOTROPY AND COMPOSITION OF THE CONTINENTAL SUBCRUSTAL LITHOSPHERE

Petrological models for the upper mantle predict isotropic velocities for P-waves which contradict seismic observations unless seismic anisotropy is taken into account. The range of petrological models compatible with the observed azimuthal variation of P-wave velocity is explored. The azimuthal distribution of amplitudes of mantle phases and the observed increase of P-velocity with depth both indicate a contribution of anisotropy with depth together with an increase of preferred orientation. Even depletion of the upper mantle in basaltic components, as suggested by mantle xenoliths from various parts of Germany, cannot explain the velocity-depth and azimuthal amplitude observations without an increase of anisotropy with depth.

Preferred orientation of olivine is the most likely mechanism for the observed phenomena. In Southern Germany its fast a-axis at the Moho is directed towards N22°E. Also the b-axis is required to be horizontal. This orientation

places the vertical b-plane into the direction of maximum horizontal shear stress deduced from fault-plane solutions of earthquakes. This observation could indicate a recent formation of anisotropy in the continental subcrustal lithosphere.

FUCUGAUCHI U.J., Instituto de Geofisica, U.N.A.M., Mexico, Mexico

PALEOMAGNETIC STUDIES OF PHANEROZOIC ROCKS FROM MEXICO AND THEIR TECTONIC IMPLICATIONS

Recent palaeomagnetic investigations on Phanerozoic rock units from different areas in Mexico are reported and discussed in terms of regional tectonic models for the evolution of Mexico. It is shown that the palaeomagnetic record suggests that most of Mexico is composed of distinct tectonic units or terranes. Mesozoic and Cenozoic palaeomagnetic results are consistent with regional left-lateral tectonic motion of parts of Mexico relative to cratonic North America, where earlier movements are related to the drift apart of North and South America and the origin of the Gulf of Mexico and Caribbean Sea.

GALAGAN E.A., KUZNETZOV O.L., All-Union Research Institute of Nuclear Geophysics and Geochemistry, Moscow; DEMIDOVICH L.A., LITVINOV A.Ya., Byelorussian Research Institute of Geological Prospecting, Minsk; TALVIRSKY D.B., All-Union Research Oil Institute of Geological Prospecting, Moscow, USSR

GEOLOGICAL SECTION FORECASTING: REFLECTED WAVEFORMS AND PATTERN RECOGNITION TECHNIQUES

A method of hydrocarbon prospecting (USSR patent 819771) and an automatic system IDS-1 "Deposit" based on pattern recognition techniques have been developed. The method consists in:

a) constructing geological and acoustic models of well sections, comparing well and surface data and determining features of reflected waveforms;

b) selecting numeric parameters of the aforementioned features;

c) sampling reference traces, representing different classes, from seismic profiles neighbouring the wells:

d) on the basis of this reference sample and the set of numeric parameters, developing a determination rule for referring each seismogram to a corresponding class;

e) classifying traces of new seismograms according to the aforementioned rule and thus determining hydrocarbon zones of the section. The system IDS-1 has been tested in Byelorussia, in West and East Siberia. The results obtained have been confirmed by well data.

ГАЛАГАН Е.А., КУЗНЕЦОВ О.Л., Всесоюзный научно-исследовательский институт ядерной геофизики и геохимии, г.Москва; ДЕМИДОВИЧ Л.А., ЛИТВИНОВ А.Я., Белорусский научно—исследовательский геологоразведочный институт, г.Минск; ТАЛЬВИРСКИЙ Д.Б., Всесоюзный научно-исследовательский геологоразведочный нефтяной институт, г.Москва, СССР

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОРМЫ ЗАПИСИ ОТРАЖЕННЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН И МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА

Разработан способ разведки нефтяных и газовых месторождений (авторское свидетельство № 819771). Суть способа состоит в следующем:
- строятся геологические и акустические модели разрезов скважин, сопоставляются данные скважинных и поверхностных наблюдений с целью выделения особенностей формирования волн, отраженных от исследуемых отложений;
- подбираются численные параметры (признаки), подчеркивающие выделенные особенности формы записи;
- из сейсмических профилей, проходящих вблизи скважин, выбираются эталонные трассы, представляющие различные классы с точки зрения прогнозируемого свойства, т.е. формируется эталонная выборка;
- на базе этой выборки и набора числовых признаков вырабатывается решающее правило отнесения сейсмической записи к тому или иному классу;
- выработанное решающее правило позволяет классифицировать трассы новых сейсмических профилей и тем самым выделять перспективные участки разреза.

Для реализации названного способа создана автоматизированная система ИДС-I "Залежь", основанная на методах распознавания образов. Система опробована в районах Белоруссии, Западной и Восточной Сибири. Получены подтверждения результатов прогноза данными бурения.

GALPERIN E.I., Institute of Physics of the Earth of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

THE DEVELOPMENT OF METHODS OF EXPERIMENTAL STUDY OF SEISMIC WAVES IN REAL MEDIA FOR IMPROVING THE EFFECTIVENESS OF GEOLOGICAL EXPLORATION

1. Despite the main increase in the oil and gas reserves is obtained in areas explored by seismic methods, and despite the sub-

stantial progress in the technology of seismic exploration during the last 10-15 years the effectiveness of geologic exploration remains a low one: only a negligible fraction of boreholes prove tobe productive and a great number of structures are non-productive.

The main reserve capable of increasing the effectiveness and cutting the cost of oil and gas exploration is the decrease in non-productive drilling.

2. Vertical seismic Profilling (VSP) made it possible to go over from already formed wave-field to the very process of its formation and substantially increased the potential for studying waves in complex real media.

3. Studies of the polarization of seismic waves in real media that have been going on for many years lead to the creation of a polarization method (PM); which includes:

-vector analysis of the wave field;

- simultaneons discrimination and tracing of different waves (compressional, converted and shear).

4. The combination of down-hole and surface PM measurements greatly raised the potential of studying the space around the borehole and resulted in the development - production seismics (PS).

5. PS made it possible to apply seismic studies not only during the traditional stages of prospecting and planning for drilling, but also during the subsequent stages of assessing resorves and production, at the prospecting stage. PS predicts geologic sections in the space around the borehole and studies deposits both penetrated and not penetrated by the borehole as a result of disposition of boreholes in the course of exploration and drilling for production may be rationally planned. PS at this stage is the sourse of the earliest information about the potential reserves, at the production stage PS monitors the deposit in the course of production, to assesses the effectiveness of methods of acting on the layer and plans the production.

ГАЛЬПЕРИН Е.И., Ин-т физики Земли Академии наук СССР, г. Москва, СССР

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН В РЕАЛЬНЫХ СРЕДАХ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВСЕГО КОМПЛЕКСА ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

I. Несмотря на то, что основной прирост запасов нефти и газа обеспечивается на площадях, подготовленных сейсмической разведкой, и несмо-

тря на существенный прогресс в технологии сейсморазведки, достигнутый в последние 10–15 лет, эффективность геологоразведочных работ остается низкой: только незначительная часть скважин продуктивна и очень много структур пустые. Сокращение объемов непродуктивного бурения – основной резерв увеличения эффективности и снижения себестоимости всех геологоразведочных работ на нефть и газ.

2. Вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП) позволило перейти от изучения сформировавшегося волнового поля к изучению самого процесса его формирования и существенно увеличило возможности изучения волн в сложно построенных реальных средах.

3. Многолетние работы по изучению поляризации сейсмических волн в реальных средах завершились созданием общего поляризационного метода (ПМ) сейсмических исследований, для которого характерны: векторный анализ волнового поля; одновременное выделение и прослеживание волн разных типов (продольных, обменных, поперечных).

4. Комплексирование скважинных и наземных наблюдений ПМ существенно увеличило возможности изучения околоскважинного пространства и привело к развитию нового направления сейсморазведки – промысловой сейсмики (ПС) – сейсмики околоскважинного пространства.

5. ПС позволила применять сейсмические исследования не только на традиционных для нее этапах поиска и подготовки структур к бурению, но и на дальнейших стадиях геологоразведочного процесса – разведки и эксплуатации месторождения. На стадии разведки ПС позволяет прогнозировать разрез в околоскважинном пространстве, выявлять и изучать залежи, вскрытые и невскрытые скважиной, целенаправленно планировать расположение скважин в процессе разведки и разбуривания месторождения и является источником наиболее ранних сведений о потенциальных запасах и исходных данных для выбора оптимальной схемы разработки месторождения. Задачи ПС на стадии эксплуатации: контроль залежи в процессе эксплуатации, оценка эффективности способов воздействия на пласт, планирование добычи.

GASPAR R., NASTASE P., POPESCU A., TOMA D., CAPRARIN M.,
Enterp. for Geol. Geophys. Prospect., Bucharest, Romania

CERTAIN RESULTS OF APPLYING THE SLALOM LINE METHOD IN TECTONICALLY AND MORPHOLOGICALLY COMPLICATED AREAS OF ROMANIA

Seismic studies undertaken before 1980 in tectonically and morphologically complicated areas of the Pre-Carpathian Depression did not manage to give definite answers to geological problems (Lower Miocene and Paleogene).

As the morphologic conditions under which rectilinear alignments have been achieved are very difficult (hills, forests) it has been necessary to use, for the first time in our country, the Slalom line method, in the area delimited by the Dîmbovita and Buzău Valleys. This method permits the processing of data collected along broken alignments taking into account the spreading of median source-receiver points.
The final time sections of the Slalom line displays good seismic results, referring to a median central band which passes through the spreading cloud of the median points.
The results of these experiments are important:
- geologically-due to the new data concerning tectonically very complicated areas (flysch, diapir folds) and
- technologically-using a method (Slalom line, broken traverses) which permits, in the years to come, to approach areas with rugged relief and natural obstacles (forests).

GERSTENBERGER, W., VEB Geophysik Leipzig, RISCHE, H., Karl-Marx-Universität Leipzig und TEICHER, B., VEB Geophysik Leipzig, DDR

FORTSCHRITTE BEIM EINSATZ GEOPHYSIKALISCHER VERFAHREN IN DER BRAUNKOHLENERKUNDUNG

Die Erkundung von Braunkohlenlagerstätten nur mit Bohrungen in Form regelmässiger Bohrnetze wird dann aufwendig und uneffektiv, wenn die Erkundungstiefe zunimmt oder wenn kompliziert lagernde Flöze mit einbezogen werden. Deshalb wird in der DDR seit Jahren bereits die Gravimetrie in frühen Erkundungsstadien erfolgreich genutzt. Zusätzlich wurden die seismischen Verfahrensvarianten "Transversalwellenseismik" und "Vibrationsseismik" an die Nahbereicherkundung zur Erfassung von Lockersedimenten in Tiefen bis zu 200 m angepasst, getestet und seit mehreren Jahren eingesetzt. Aus den petrophysikalischen Bedingungen im Känozoikum der DDR werden die geophysikalischen Besonderheiten und ihre Berücksichtigung abgeleitet. Die eingesetzten Verfahren werden in Prinzip vorgestellt, ihre Wirksamkeit wird an ausgewählten Beispielen demonstriert. Besonders betont wird die richtige zeitliche Einordnung der geophysikalischen Arbeiten in den Erkundungsprozess.

GHOSH D.K., JALOTE P.M., Shivaji Nagar, Nagpur, India

SEISMO-TECTONICS OF PENINSULAR SHIELD -A SURVEY OF INDIAN SUBCONTINENT

Peninsular shield of the Indian craton is characterized by NNE-SSW to N-S and ENE-WSW trending tensional megasutures primarily in the magmatic and metasomatic complex of gneisses, granites and their differentiates. These deep-seated fractures are aligned with crustal upwarps. The shield area was known as stable region until Holocene times. In the last hundred years, the region has been rocked by earthquakes of moderate magnitude, 4.5 to 6.5 on Richter scale.

Longer axes of strain energy contours, varying from 0.5 to 30 x 10^9 (Ergs)$^{\frac{1}{2}}$ and which have been plotted around the epicentres of known earthquakes, have shown fair consonance with the alignment of NNE-SSW tensional fractures. A conjugate set in NW-SE direction is also present. Three sets of fundamental fractures - the Panvel Cross Axial Fracture along west coast, the Central Shield Fracture and the Eastern Ghat Fracture, all towards NNE-SSW, are very prominent in the shield region. These features lie within the crust and a set of fractures similar to the fundamental crustal fracture are the main surface manifestation of strain release. Hence the fundamental fractures within the crust and other sympathetic sets are considered as causative features for earthquake in the shield region. Evidences of such basement fractures extend further north towards Indo-Cangetic plain and the Himalayas where these may also be the causative features for certain major earthquakes.

Peninsular shield of the Indian Subcontinent is no longer considered a stable region and this be assigned a "Seismic Zone" of moderate intensity for revising the Isoseismal Map of the region, since the frequency of earthquake on the basis of historical records is also a significant pointer to this aspect.

GHE BEE-CHZOO, Geophysical Institute of AS, China

CONNECTION BETWEEN SEISMIC SERIES AND REGIONAL STRUCTURE OF SEVERAL STRONG EARTHQUAKES TAKING PLACE RECENTLY IN CHINA

Not deepphocus earthquakes in continental Earth crust have well connections with regional structure, which is important for estimation of trend of seismic series development when this series is in its beginning. During the last 20 years strong earthquakes blowed in Sing-fang-chziang, Sing-tai, Khe-chziang, Iang-chziang, Tung-khai,

Si-chzi, Khai-cheng, Lung-Ling. On the basis of determining of the earthquake parameters registered by regional network of seismic stations and seismogeological research and comparing the features of series distribution with regional structure characteristic it was found that the distance distribution of epicenters of earthquake series coinside with occurrence of main regional structural zone of region in question and the zone of main blow epicenters and aftershocks crosses the regional structural zone, i.e. propagates along the secondary, obscured structural zone of the same region. Maximal intensity of shock series depends on seismicity level within main regional structure, on complicativeness of structure, on intensity of tectonic movement and its character. Following such imagination one can estimate preliminary the trend of shock series development at the beginning of the process. The article includes the examples of such estimation and its testing.

GIESE P., Institut für Geophysikalische Wissenschaften der Freien Universität, BDR

REVIEW ON CRUSTAL STRUCTURE OF MEDITERRANEAN OROGENES

Since the midst of the fifties extensive seismic studies have been carried out in the young orogenic belts of the Mediterrainean region aiming to reveal their crustal and upper mantle structure. Whereas the sedimentary basins mainly have been explored by the seismic reflection technique because of their economic potential the deeper crust and upper mantle have chiefly been investigated by the seismic refraction method. A great number of these projects have been carried out within a close international cooperation. After this 25-years lasting activity a large amount of data is available, but the corresponding reports are widely dispersed in various journals and books. This review summarizes the main features of lithospheric structure of that Mediterrainean orogenes being investigated by deep seismic sounding measurements. Detailed and critical interpretation of the data can reveal the complex crustal structure in collisional zones of orogenic belts. The comparative study of crustal structure in a number of Mediterranean orogenes yields very clearly, that the hitherto prevailing picture showing a bulge-like thickening of the crust must be modified and specified. The formation of the crustal structure in an orogenic belt during the compressional phases is mainly controlled by the polar development of geological, tectonic, metamorphic, and magmatic processes which move from the hinterland to the foreland. The asymmetric crustal structure is caused

by this polarity. Two types of crustal shortening and crustal interaction of colliding crustal masses must be distinguished: synthetic and antithetic structures. Either the collided crusts overlie each other synthetically to the thrusting of the nappes, or they overlie each other antithetically to these movements. Finally it must be concluded that the evolution and formation of the Earth crust is not only controlled by vertically directed processes. Horizontal movements within orogenes can play an important role. Such processes lead to a thickening of the crust and can produce an inverse metamorphic layering within the crust.

GIORGETTI F., Institute of Geology, University of Trieste,
CAVALLIN A., Department of Earth Sciences, University of Milano, Italy

A METHOD FOR EVALUATING THE SEISMIC HAZARD

The Italian sector of Eastern Southern Alps are actually characterized by tectonic movements, active faults and seismicity which are controlled by Mesozoic-Tertiary geodynamics. For evaluating the seismic hazard in such areas the geological (structural and neotectonics) and geophysical (seismology, gravimetry and magnetometry) aspects might be taken into consideration. In order to obtain the kinematic, geodynamic, seismogenetic and seismotectonic models, all the elemets mentioned above were processed. The seismotectonic model allows us to evaluate the regional seismic hazard on the base of the physical (geological and seismological) characters of the area.

GODEFROY Pierre, Bureau de recherches géologiques et minières (B.R.G.M.) Marseille, France

SMALL SCALE SEISMIC ZONATION OF FRANCE APPLIED TO THE NEW FRENCH PARASEISMIC BUILDING CODE "PS 83"

Knowledges in historical seismicity and seismotectonics of France have made great strides for the last ten years ; then it was possible to develop various approaches to evaluate regional seismic hazard. Specially, different kinds of statistical processings of seismological data were undertaken, using the computer file "SIRENE" gathering all the available macroseismic data relative to about 5 000 earthquakes known in France since the Middle Ages. Several examples are shown : computerized maps of maximum observed intensities, maps of frequency of occurrence, probabilistic maps of seismic hazards, etc. These results were analysed to obtain a small scale seismic zonation of France applied to the new seismic code "PS 83". This regulation brings in new concepts for the definition of seismic loadings (using a "response spectrum approach" to describe the "design ground shaking") which are briefly presented.

GOLENETSKY S.I., Institute of the Earth Crust of the Siberian Branch of the USSR Acad.Sci., Irkutsk, USSR

THE BAIKAL RIFT ZONE SEISMICITY AND FAULT TECTONICS

Instrumental observations of many thousands of earthquakes carried out by the Baikal regional network of seismic stations during the last decades give an opportunity to study relations between seismicity and the elements of fault tectonics in the intracontinental Baikal Rift zone.

The seismicity is undoubtedly connected with rifting process. Detailed consideration of the established epicentral field reveals some distinct peculiarities. Often lengthy linear bands of high epicentre concentration may easily be detected.

Areas of low or no seismicity fill up the space between and outside these bands. In some cases the bands concord with zones of large riftogenic faults or their portions established by geological and geophysical studies.

In many cases, however, the bands do not correlate definitely with faults or other examined geological and geophysical parameters. The bands determine their own geometric pattern of weakened zones in the Earth crust where seismic process develops at present time. Thus, relations between seismicity and fault tectonics are not simple. The existing fault maps do not give a possibility to forecast seismic activity with desirable details.

The estimates of seismic danger are reasonable to be based on observed and generalized pattern of epicentral field and established quantitative generalized parameters of seismic process.

ГОЛЕНЕЦКИЙ С.И., Институт земной коры Сибирского отделения Академии наук СССР, г.Иркутск, СССР

СЕЙСМИЧНОСТЬ И РАЗЛОМНАЯ ТЕКТОНИКА ЗОНЫ БАЙКАЛЬСКОГО РИФТА

Инструментальные наблюдения многих тысяч землетрясений региональной сетью сейсмических станций Прибайкалья в последние десятилетия позволяют изучать взаимосвязи сейсмичности и разломной тектоники в зоне внутриконтинентального Байкальского рифта. Не вызывает сомнения общая приуроченность сейсмичности к процессу рифтогенеза.

При детализации результатов в установленном эпицентральном поле обнаруживаются четкие закономерности. Во многих случаях легко выявляются протяженные линейные полосы высокой концентрации эпицентров, разделенные (и окруженные) малосейсмичными и асейсмичными областями. Иногда эти полосы тяготеют к зонам или частям зон крупных риф-

тогенных разломов, установленных в результате геолого-геофизических исследований.
Нередко, однако, полосы надежным образом не коррелируются с зонами разломов и другими рассмотренными геолого-геофизическими параметрами, определяя свою собственную геометрию ослабленных зон в земной коре, где в настоящее время и развивается сейсмический процесс. Таким образом, связь сейсмичности с особенностями разломной тектоники неоднозначна. По существующим картам разломов нельзя с желательной детальностью наперед указать, какие разломы или их части сейсмически активны и какие пассивны.
При оценках сейсмической опасности целесообразно ориентироваться на обобщенную наблюденную картину эпицентрального поля и полученные средние количественные параметры сейсмического процесса.

GORODNITZKIY A.M., P.P.Shirshov Institute of the Oceanology of the USSR Academy of Sciences, Moscow; LIN'KOVA T.I., North-Eastern Complex Research Institute, Magadan; NAZAROVA E.A., Institute of Lithosphereof the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

ON THE NATURE OF THE MAGNETOACTIVE LAYER IN THE OCEAN

Investigations of the nature of the magnetoactive layer in the ocean is most important for better understanding of both the geological structure of the deep oceanic lithosphere levels and its evolution. The methods of solution of a reverse problem of magnetometry are based on the anomaly modelling by means of changing the sign and the value of magnetization of the oceanic crust second "basaltic" layer. There are, however, sufficient data available that evidence against the "basaltic" layer being the only factor responsible for the generation of the anomalous magnetic field in the ocean. The depth of burial of magnetic objects producing the M-IO and M-13 anomalies in the north-western part of the Pacific Ocean have been estimated. The values achieved indicate that magnetic bodies lie deeper than the second layer. The analysis of the model adopted for the magnetic anomaly above the subaqueous mountains and volcanic islands shows that there are remnent anomalies connected with the volcanic roots composed of ultramafic rocks. Moreover,the conventional "basaltic" layer concept does not account for the observed regular increase of the amplitudes of the anomalous magnetic field. That increase starts some distance from the mid-ocean ridges axes which is proportional to the spreading rate: for the East-Pacific Rise this distance is 100 km, for the Mid-Atlantic Ridge it is 300 km and for the Arabian-Indian Ridge it is 250 km. Magnetic characteristics of the rocks composing the third layer of the oceanic crust were analysed based on the dredging and deep-

drilling data and also on the results of investigations of their paleoanalogues - the rocks of the ophiolite associations. The analysis has shown that the most intensively magnetized are the isotropic metagabbro of the amphibolite facies (3A layer) and serpentized peridotites. They are characterized by mean magnetization of 1 A/M and 5 A/M respectively. During serpentization, peridotites and, in lesser degree, gabbro acquire intensive and stable chemical magnetization due to secondary magnetite generation. Magnetite is the major magnetic mineral of oceanic intrusive rocks of all types. Therefore, while getting away from the mid-ocean ridges axis the Curie isotherm coincides with the Moho surface level and still deeper ones.

ГСРОДНИЦКИЙ А.М., Институт океанологии им.П.П.Ширшова АН СССР, г.Москва; ЛИНЬКОВА Т.И., Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт, г.Магадан; НАЗАРОВА Е.А., Институт литосферы АН СССР, г.Москва, СССР

О ПРИРОДЕ МАГНИТОАКТИВНОГО СЛОЯ ОКЕАНА

Вопрос о природе и структуре магнитоактивного слоя в океане чрезвычайно важен для изучения глубинного геологического строения и эволюции океанской литосферы. Способы решения обратной задачи магнитометрии основываются на моделировании аномалий путем изменения знака и величины намагниченности второго "базальтового" слоя океанской коры. Вместе с тем в настоящее время накопилось достаточное количество фактов, свидетельствующих о том, что аномальное магнитное поле океана невозможно объяснить только "базальтовым" слоем. Оценка глубины залегания магнитных объектов, создающих аномалии М-10, М-13 в северо-западной части Тихого океана, указывает на то, что магнитные тела располагаются глубже подошвы 2-го слоя. Анализ результатов моделирования аномального магнитного поля над подводными горами и вулканическими островами показывает, что существуют остаточные аномалии, связанные с вулканическими корнями, сложенными гипербазитами. Кроме того, закономерно наблюдаемое нарастание амплитуд аномального поля, начиная с некоторого расстояния от осей срединных хребтов, примерно пропорционально скорости спрединга - для Восточно-Тихоокеанского поднятия с 1000 км, для Срединно-Атлантического хребта с 300 км, для Аравийско-Индийского хребта с 250 км - не поддается объяснению в рамках концепции "базальтового" слоя. Анализ магнитных характеристик пород 3-го слоя океанической коры по данным драгирования, бурения и изучения их палеоаналогов - пород офиолитовых ассоциаций - показал, что наибольшей намагниченностью из всех изученных пород характеризуются изотропные метагаббро амфиболитовой фации (слой 3А) и серпентинизированные перидотиты. Их средняя намагниченность составляет I А/М и

5 А/М соответственно. Перидотиты и в меньшей степени габбро при серпентинизации в результате образования вторичного магнетита приобретают интенсивную и стабильную по направлению химическую намагниченность. Магнетит является главным магнитным минералом океанических интрузивных пород всех типов. Следовательно, при удалении от оси срединных хребтов изотерма Кюри находится на уровне поверхности Мохо или даже глубже. Таким образом, глубинные части океанической коры и породы верхней мантии могут являться потенциальными источниками океанических магнитных аномалий.

GORSHKOV G.P., Moscow State University, Geological Department, Moscow, USSR

SEISMICITY OF THE USSR TERRITORY

1. Researches on regional seismology. Seismic stations, seismological and geophysical institutions (including those ones of Soviet Republics). Institute of Physics of the Earth. Council on seismology and Earthquake Engineering of the Academy of Sciences of USSR.
2. Earthquakes catalogues: 1893, 1962, 1977. 3. Seismic regions of the USSR (The Carpathians, Crimea, Caucasus, South Turkmenia, Middle Asia, South Siberia, Baikal region, Far East. Regions comparative energetic characteristics (erg/cm^3 s). Depth of focus Seismic activity, repetition, shakeability. 4. Geological conditions of earthquake occurrence: epigeosinclinal orogens of alpin age, epiplatform orogens with evidences of quarthernary activization, contemporary rifts, Zavaritsky-Benniof zones. Neotectonis, geophysics, seismotectonics. Focal mechanism: "Focus-fault" and "Focus-Volume" conceptions. 5. Seismodislocations (The Tian-Shan, Pamir, Kopetdagh, Daghestan, Caucasus, Baikal region). Strong earthquakes of other countries (Mongolia, Japan). Demonstration of slides. 6. Seismic regionalization (theory, maps), earthquake engineering, "Rules" 1982. Problem of earthquake prognosis.

ГОРШКОВ Г.П., Московский государственный университет, геологический факультет, г.Москва, СССР

СЕЙСМИЧНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ СССР

I.Исследования в области региональной сейсмологии. Сейсмические станции, сейсмологические и геофизические институты (в том числе в союзных республиках). Институт физики Земли, Совет по сейсмологии и сейсмостойкому строительству АН СССР. 2.Каталоги землетрясений:

1893,1962,1977. 3.Сейсмические регионы СССР - Карпаты, Крым, Кавказ, Южная Туркмения, Средняя Азия, Южная Сибирь, Прибайкалье,ДВК. Сравнительная энергетическая характеристика (в эрг/см^{3}с). Глубина очагов. Сейсмическая активность, повторяемость, сотрясаемость. 4. Геологическая обстановка возникновения землетрясений: эпигеосинклинальные орогены альпийского возраста, эпиплатформенные орогены с признаками четвертичной активизации, современные рифты, зоны Заварицкого - Беньофа. Неотектоника, геофизика, сейсмотектоника. Механизм очага: "очаг-разрыв" и "очаг-объем". 5.Сейсмодислокации (Тянь-Шань, Памир, Копетдаг, Дагестан, Кавказ, Прибайкалье). Сильные зарубежные землетрясения (Монголия, Япония). Демонстрация слайдов. 6.Сейсмическое районирование (теория, карты), сейсмостойкое строительство. "Нормы" (1982 г.). Проблема прогноза землетрясений.

GOSWAMI Ch., Dibrugarh Univ., Assam, India

SEISMICITY OF THE PATKOI-NAGA-ARAKAN YOMA (INDO-BURMAN) HILL RANGES IN RELATION TO THEIR ISOSTATIC GRAVITY ANOMALIES

The Patkoi-Naga-Arakan Yoma (Indo-Burman) hill ranges represent a belt of pronounced negative isostatic gravity anomalies. These hill ranges record higher rate of seismic activity and occurrence of intermediate-focus earthquakes. The correlation of isostatic anomaly with seismic activity and focal depth suggests that the hill ranges under study mark the subduction of a tongue of cold oceanic lithosphere of the Indian plate beneath the Shan-Tenasserim block.

GRATEROL V., Physics Department Universidad Simón Bolívar Carcas, Venezuela ;
HAILWOOD E., Oceanography Department Southampton University, England

GEODYNAMICS IMPLICATIONS OF PRECAMBRIAN PALEOMAGNETICS

Paleomagnetic studies on rocks units from the tecto-geological provinces of Imataca, Pastora, Roraima, Cuchivero, Ayacucho and Casiquiare from Southern Venezuela, have allowed the definition of an apparent polar wander (a.p.w.) curve for the Precambriam Guayana Shield of South America for the interval 2500-1500 m.y. B.P. After closure of the South Atlantic using the rotation pole propose by Bullard etal (1965), this curve is brought into close coincidence with african a.p.w. curve of the same age. This pro-

vide strong evidence that the two land masses were united as part of the super continent Gondwanaland throughout this interval of Precambriam time.

GRECHUKHIN V.V., All-Union Research Institute of Geophysical Exploration, Moscow, USSR

NEW PHYSICAL BASIS OF WELL LOGGING AS APPLIED TO COAL

Present day well logging techniques are capable of unambiguous identification of principal lithotypes of rocks and coal seams, estimation of their thicknesses, and location of faults but are unable to determine the structure and ash content of coal seams, quality of coals, physico-mechanical properties, lithology, and granulometry of rocks, to identify intermediate lithological rock types, and to predict stability of rocks over the area and in depth, i.e. a great number of geological problems cannot be resolved by well logging. The reason for this is that physical properties of rocks are determined by two groups of factors, primary (genetic), related to the lithology and granulometry of rocks, and secondary, involved by epigenesis; as a result, no physical basis exists for the direct solution of the above problems. By analyzing petrophysical regularities in the evolution of coal-bearing sediments it has been established that there is always a vertical interval and a horizontal area in a coal deposit, where variation of physical properties due to epigenesis is negligible and well logging is capable to solve all the above problems. Such intervals known as lithogeophysical steps and areas known as lithogeophysical areas are located with the help of type petrophysical sections of coal basins.

ГРЕЧУХИН В.В., Всесоюзный научно-исследовательский институт геофизических методов разведки (ВНИИГеофизика), г.Москва, СССР

НОВЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫСЛОВОЙ ГЕОФИЗИКИ

Современные геофизические методы обеспечивают однозначное выделение основных литотипов пород и угольных пластов в разрезах скважин, определение их мощности и выделение нарушений. Однако они не обеспечивают однозначного решения следующих геологических задач: определения строения и зольности угольных пластов, разнообразных качественных показателей углей, физико-механических свойств, вещественного и гранулометрического составов пород; разделения их на промежу-

точные литологические разности; прогнозирования устойчивости и обрушаемости их по площади и разрезам месторождений.
Таким образом, подавляющее большинство геологических задач невозможно однозначно решать с помощью геофизических методов. Это объясняется тем, что физические свойства пород определяются двумя группами факторов: первичных (генетических), связанных с их вещественным и гранулометрическим составами, и вторичных (процессов преобразования пород), обусловленных эпигенезом. Вследствие этих причин отсутствует физическая основа для прямого решения с помощью геофизических методов указанных задач в общем виде.
При изучении петрофизических закономерностей эволюции угленосных отложений установлено, что можно так выбрать определенный интервал разреза месторождения и определенную площадь, в пределах которых изменение физических свойств, связанных с компонентой эпигенеза, настолько мало, что практически ими можно пренебрегать. Поэтому в пределах таких интервалов разреза и площади месторождения изменение физических свойств пород практически будет связано только с одной компонентой их вещественного состава, что и позволяет с помощью геофизических методов однозначно решать все указанные выше геологические задачи. Такой интервал разреза назван литолого-геофизической ступенью, а площадь - литолого-геофизическим участком. Выделение их производится с помощью типового петрофизического разреза угольных бассейнов.

GRINFELD M.A., Institute of Physics of the Earth of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

THERMOELASTIC MODULE OF TWO-PHASE MATERIALS IN CONNECTION WITH A DESCRIPTION OF THE ASTENOSPHERE

The partially melted solid is considered now as the most realistic model of the astenosphere substance. In this connection numerous attempts were made for the calculations of the overall properties of such a material. Unfortunately these attempts were based on the current theory of mechanical composite materials which does not take into account the principal effect of mass transfer, i.e., the possibility of additional phase transition (in particular - melting) due to additional deformation. The approach exposed in the report does not suffer from this misunderstanding. Namely, for two kinds of phase transformations within a heterogeneous substance - the transitions with slip (including melting as a special case)

and the coherent transitions (including different polymorphic transformations in solids) - we develop the procedures allowing one to calculate the overall thermoelastic module by means of the thermoelastic module of the components and the geometry of inclusions. The explicit results of calculations (in some more or less simple cases) emphasize striking distinctions of the overall properties of two-phase composite materials from "ordinary" ones without mass change of the constituents. On the basis of these results it is possible to reconsider different conclusions concerning the nature of the astenosphere.

ГРИНФЕЛЬД М.А., Институт физики Земли Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ИЗУЧЕНИЕ ОСРЕДНЕННЫХ ТЕРМОУПРУГИХ МОДУЛЕЙ ЧАСТИЧНО ПОДПЛАВЛЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ В СВЯЗИ С ПРОБЛЕМОЙ ОПИСАНИЯ ВЕЩЕСТВА АСТЕНОСФЕРЫ

Модель вещества астеносферы как частично подплавленного материала в настоящее время считается одной из наиболее реалистичных. В связи с этим были предприняты многочисленные попытки описания осредненных физико-механических свойств подобных материалов, которые опирались на теорию механических композитов. К сожалению, в этих геофизических работах (равно как в современной теории композитов) не учитывается принципиальная особенность частично подплавленных материалов - возможность перехода вещества из одной фазы в другую под действием дополнительных напряжений. В докладе предлагается подход, учитывающий указанное обстоятельство. Именно для двух моделей фазовых превращений - гетерогенных переходов с проскальзыванием (частным случаем которых является плавление) и когерентных переходов (типичных для полиморфных превращений) - указываются процедуры, позволяющие по изотермическим модуля упругости, модулям теплового расширения и теплоемкостям каждой из двух упругих однокомпонентных фаз (а также геометрии включения) рассчитать осредненные модули соответствующей двухфазной среды. Предполагается, что включения одной фазы внутри другой расположены периодически либо случайным образом. В качестве примера приводятся результаты расчетов простейших структур, показывающие разительное отличие осредненных свойств двухфазного композита от композита, составленного из двух различных веществ с такими же модулями компонент. На этом основании пересматриваются различные соображения о свойствах астеносферного слоя и в частности о его составе.

GROVER A.K., U S A

GEOPHYSICAL MODELS OF THE EXPLORATION OF DEPOSITIONAL PROCESSES IN DELTA

A series of geophysical models using seismic approach which integrates the total response from subsurface interfaces show the geological conditions related to the depositional processes in delta. A development and prediction of seismic model is an important tool in making stratigraphic interpretation in both mature exploration basin and in frontier province. In areas of no subsurface control for calibration such as a number of submarine areas, models have allowed us to generate multiple working hypotheses for interpreting seismic anomalies. Examples of advanced techniques presented here are applied in interpreting and predicting structure features. The generalized deltaic model incorporates several different features. Mapping of seismic facies at maximum shotpoint control is an important part of the analyses because external geometry in interpretation of corresponding lithofacies. More elaborate methods of seismic correlation applied in the absence of well control have brought into light the character changes in making a structural evaluation. Seismic velocity analysis provides extensive information on lithology. Delta systems exhibit significant changes in geometry, reflection configuration and thickness. Further the interpretation of depositional facies trend definition from reflection pattern grossly fit in the identification process of delta.

GUHA S.K., POWAR K.B., and PATIL D.N., Department of Geology, University of Poona, Pune, India

SEISMIC-RISK EVALUATION OF NORTHEASTERN INDIA

The Shillong-Mikhir Hills massif of northeastern India is bounded to the north by the Siwalik foredeep and Himalayan orogenic belt, to the east by the Arakan-Yoma Folded belt and to the west and south by the Gangetic basin. A study of spatial distribution of earthquakes of magnitude greater than 4.0 that have affected the area, between 1910 and 1979, shows a marked concentration of epicentres in the region of the Arakan-Yoma fold belt supporting the view that it is a subduction zone. In other parts there is a tendency for the earthquake epicentres to be along major lineaments recorded on LANDSAT imageries.

Periodic b-values (Log N = a - bM) for earthquakes in the region show a systematic decreasing trend since 1960, thereby indicating that a stress-building process is

operative. Seismo-statistical projections of earthquake data suggest that there is a possibility of occurrence of an earthquake of magnitude about 8.0 in a decade or so.

GUTERCH A., GRAD M., MATERZOK R., PERCHUĆ E., Inst.of Geoph., Polish Acad.of Sci., Warsaw, Poland; KORHONEN H. and LUOSTO U., Univ.of Helsinki, Helsinki, Finland

GEOPHYSICAL AND PETROLOGICAL MODELS OF THE EARTH'S CRUST OF THE BALTIC SHIELD IN FINLAND

The Precambrian of Finland consists of two major units. The eastern part belongs to the basement complex about 2600 - 2800 Ma old and the western part to the Svecokarelian metamorphic and plutonic complex, folded during the Svecokarelidic arogeny, about 1800 - 1900 Ma ago. The markedly block character of the Earth's crust, its inhomogeneities and the considerable variability of the physical properties of seismic boundaries and crust layers found on deep seismic sounding profiles are evidence of the exceptional tectonic structure of this part of the Baltic Shield in Finland. In order to carry out a full analysis of data pertaining the deep structure of the Earth's crust on the DSS profiles, a number of velocity models and petrological models have been presented.

GUTERCH A., GRAD M., MATERZOK R., PAJCHEL J. and PERCHUC E., Inst. of Geoph., Polish Acad.Sci., Warsaw, Poland

CRUSTAL STRUCTURE AND GEOLOGICAL POSITION OF THE DEEP TECTONIC TROUGH IN THE SW MARGIN ZONE OF THE EAST EUROPEAN PLATFORM

One of the major tectonic problems in Europe is determination of the south-west margin of the East European Platform. In general, this margin is assumed to be the Teisseyre-Tornquist line running approximately from NW to SE in this part of Europe. Determination of deep crustal structure in the contact zone between Precambrian

Platform and Hercynian Europe was main aim of the deep seismic sounding program in Poland in 1965-82 years. Deep seismic soundings of the Earth's crust have been made in the T-T line zone along nine profiles with total lenght about 3000 km. The results of deep seismic soundings have been shown that the crustal structure in the marginal zone of the East European Platforms has highly anomalous properties. The width of this zone ranges from 50 km in NW Poland to about 90 km in SE Poland. The thickness of the Earth's crust within the Paleozoic Platforms in Poland is 30-35 km and on the Precambrian Platform is 42-47 km. While the thickness of the Earth's crust in the T-T tectonic zone changes from 50 to 55 km. Above the Moho boundary at a depth of 40-45 km there is C-M /crust-mantle/seismic discontinuity with P wave velocities of 7.5-7.7 km/s. The physical properties of deep structure of the Earth's crust in the T-T tectonic zone in Poland justify us to conclude that this zone is inhomogeneous. The T-T tectonic zone determined in this manner is a deep tectonic trough with rift properties.

In the light of DSS results the northeastern margin of the T-T tectonic zone is a border of the lithospheric plate bf the East European Platform. In general, it seems that two main geodynamical processes have played in this region an equivalent role: 1/ the processes taking place in an isostatic state, associate with local development of the structure of the lover lithosphere under the influence of thermal-phase changes, 2/ the local development of non-isostatic downward motions under the East European Platform.

GUTERCH A., GRAD M., JANIK T. and PERCHUC E., Inst.of Geoph.,Polish Acad. Sci., Warsaw, Poland

NEW RESULTS OF SEISMIC STUDIES OF THE CRUSTAL STRUCTURE IN WEST ANTARCTICA

Extensive geophysical crustal studies in West Antarctica were made by the Polish Geophysical Expedition in the summer of 1979/80. The Expedition was organized by the Institute of Geophysics of the Polish Academy of Sciences. Geophysical measurements were carried out in the area extending between 61° and 65° S and between 56° and 66° W. The measurements covered the Southern Shetlands, the Antarctic Peninsula, the Bransfield Strait, the Drake Passage, the Palmer Archipelago, the Gerlache Strait and the Bicmarck Strait towards the Southern Pacific. Special attention was paid to tectonically

active zones and to the contact zones between the blocks of the Earth's crust and the lithospheric plates.

Deep seismic soundings were made along profiles with a total length of about 2000 km. Seismic reflection measurements were made along profiles about 1100 km long. A detailed analysis of the seismic wave field shows that the structure of the Earth's crust in this part of West Antarctica is very complex. Numerous deep fractures divide the Earth's crust into blocks of different physical properties. The thickness of the Earth crust changes from 32 km in the region of the South Shetland Islands to 40-45 km in the region of the Antarctic Peninsula. These values are considerably higher than those generally accepted until now for West Antarctica, and determined as 25-30 km.

As results of the interpretation of the obtained experimental data is proposed a geodynamical model for this part of West Antarctica.

GVISHIANI A.D., GORSHKOV A.I., KOSOBOKOV V.G., SOLOVIEV A.A., Institute of Physics of the Earth of the USSR Academy of Sciences; RANTZMAN E.Ya., Institute of Geography of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

RECOGNITION OF FUTURE EARTHQUAKE SITES WITH $M \geq 5.0$ IN WESTERN ALPS

The approach tested in other regions was used to establish earthquake $M \geq 5.0$ prone-areas in Western Alps. This approach consists in detecting areas of greatest tectonic activity by morphostructural analysis method with subsequent classification of these areas by pattern recognition algorithms. A peculiarity of this problem is in the fact that earthquake prone-areas forecast with such low magnitude is constructed for the first time. The study was performed as part of Soviet-French joint project in seismogenesis investigations. The Western Alps lineaments scheme which was obtained by morphostructural zoning method was the basis for this work. The areas around intersections of lineament axes on the scheme were considered as recognition objects. All objects were described by a common list of geomorphological and geologic-geophysical parameters.
Algorithm Cora-3 was applied to the object classification on dangerous (D) and non dangerous (N) objects. As a result all the objects were classified into 33 D-objects and 29 N-objects. The classification obtained was tested by means of control experiments to verify

its stability and nonrandomness. This fact allows us to consider the proposed classification as earthquake M ≥ 5.0 prone-areas forecast in Western Alps.
Geologo-geophysical criteria have been obtained for D-objects and N-objects. The D-object areas are characterized by a high degree of tectonic parcelling and a high degree of deep heterogeneity.

ГВИШИАНИ А.Д., ГОРШКОВ А.И., ГОСОВСКОВ В.Г., Институт физики Земли АН СССР; РАЙЦМАН Е.Я., Институт географии АН СССР; СОЛОВЬЕВ А.А., Институт физики Земли АН СССР, г.Москва, СССР

ВЫДЕЛЕНИЕ МЕСТ ВОЗМОЖНОГО ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ МАГНИТУДЫ M ≥ 5,0 В ЗАПАДНЫХ АЛЬПАХ

При выделении мест землетрясений M ≥ 5,0 в Западных Альпах использовался апробированный на других регионах подход к решению этой задачи, который заключается в установлении мест наибольшей тектонической активности методом морфоструктурного анализа с последующей классификацией этих мест алгоритмами распознавания образов. Особенность данной задачи в том, что впервые составляется прогноз мест землетрясений, начиная со столь низкой магнитуды. Работа выполнена в рамках советско-французского соглашения в области исследования сейсмогенезиса.

Основой для распознавания послужила схема линеаментов Западных Альп, составленная методом морфоструктурного районирования. Окрестности пересечений осей морфоструктурных линеаментов на схеме рассматривались в качестве объектов распознавания. Все объекты описывались по единому набору геоморфологических и геолого-геофизических параметров.

Для классификации объектов на высокосейсмичные (В) и низкосейсмичные (Н) применялся алгоритм "Кора-3". В результате все множество объектов разделилось на 33 В-объекта и 29 Н-объектов. Полученная классификация была подвергнута серии контрольных экспериментов, подтвердивших ее стабильность и неслучайность. Это позволяет рассматривать предлагаемую классификацию в качестве прогноза мест возникновения землетрясений M ≥ 5,0 в Западных Альпах.
Найдены геолого-геофизические критерии для В-объектов и Н-объектов. Территории В-объектов характеризуются высокой степенью тектонической раздробленности и резкой глубинной неоднородностью.

HALES A.I., MUIRHEAD K.J., Research School of Earth Sciences, Australian National University, Canberra, Australia

THE TRAVEL TIMES OF SEISMIC WAVES FROM 0 TO 25° AND IMPLICATIONS FOR UPPER MANTLE STRUCTURE

The travel times of P waves from explosions in the craton areas of the United States, Europe and Australia are between 4 and 6 sec. earlier than those of the Jeffreys-Bullen Tables between 10° and 15° arc distance. The limited information at present available suggests that the same is true for old oceans. In contrast analyses of the global travel times of earthquakes are 3 sec. or less earlier than the Jeffreys-Bullen times over the same range of distance even if the locations of earthquakes and their times of origin are redetermined very carefully. The discrepancy may arise from the trade-off between depth of focus and time of origin.

Another constraint on the upper mantle velocity structure is provided by the position of the retrograde cusp from the 400 km. discontinuity (the beginning of the refracted branch from the discontinuity). Strong observational evidence places this cusp at a distance which requires models in which the average velocity for steeply inclined ray paths is less than would be inferred from the times of first arrival P phases to 20° arc distance. There are two possible explanations. The first is that there are low velocity regions in the upper mantle between the layers in which the refractions occur. The second is that the upper mantle is, as has been suggested by Dziewonski and Anderson, anisotropic but transversely isotropic. It is not possible to decide between the two possibilities on the basis of P phases alone. However in the second case the times of arrival of SH and SV phases would be different. Data from the Warramunga array analyzed by one of us (K.J.M.) shows that for some source regions there is no significant difference between the times of SH and SV phases. For one region there is a difference of between one and two seconds as would be expected on the Dziewonski-Anderson hypothesis. For the present the low velocity layers hypothesis is preferred although anisotropy may make some contribution.

HA LUONG TIN, Institute of Mining and Geology, Hanoi, Vietnam;
LITVINENKO O.K., Moscow State University, USSR

STRUCTURE OF THE EARTH CRUST OF HANOI DEPRESSION ACCORDING TO GRAVITATIONAL AND GEOTHERMAL DATA

According to geologo-geophysical data, Hanoi depression is in a deep regional fault zone of NW - SE direction. It is situated on the border of two lithosphere plates.

Results of analysis of geological and geophysical characteristics of the depression permit to suppose that the structure was formed in the riftogenous process.

Based on gravitational data the author has built a schematical model on structure of earth crust Song Hong zone. After the model, thickness of crust in the depression area is about 25 kms and that of sedimentary bed reaches 14-15 kms in the middle.

From the interpretation gravitational data and the data on relation between density and thermogenesis we calculated the value of heat flow and, at the same time, estimated, according to the age of stable zones (in the margin) the value to be about 55-65 mW/m^2. In the central zone of the depression the value of 80-90 mW/m^2 is typical for young rift structures.

The calculation of the heat flow by relation between the thermal and gravitational model and the resolve of the transitional heat equations have pointed out that the heat flow was made by a stational process in the crust with a value of 31 mW/m^2 and, besides, a complimentary thermal source at upper mantle.

Thus, the geothermal model of earth crust of Hanoi depression is concordant with that of gravitational.

ХА ЛЬОНГ ТИН, Ханойский горно-геологический институт, г.Ханой, СРВ; ЛИТВИНЕНКО О.К., Московский государственный университет, г.Москва, СССР

СТРОЕНИЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ ХАНОЙСКОГО ПРОГИБА ПО ГРАВИТАЦИОННЫМ И ГЕОТЕРМИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Ханойский прогиб расположен в региональной шовной зоне северо-западного направления, отделяющей складчатую систему Западного Вьетнама от юго-западной окраины платформы Южного Китая. Он заложился на границе двух литосферных плит.

Результаты анализа геологических и, особенно, геофизических характеристик прогиба позволяют сделать предположения, что эта структура образовалась в процессе рифтогенеза. Построена схематическая модель строения земной коры рифта Ханойского прогиба по гравитацион-

ным данным. По модели мощность земной коры в рифтовой зоне равна 25 км. Она включает пятнадцатикилометровый осадочный слой.
Используя результаты интерпретации g_a и данные о связи между плотностью и генерацией тепла сделана оценка величины теплового потока. Также проводилась основанная на возрасте стабильных зон (бортов) оценка величины теплового потока, равной 55-65 МВт/м^2. Для центральной зоны прогиба величина теплового потока, равная 80-90 МВт/м^2, типична для молодых рифтовых структур.
Результаты вычисления теплового потока по связи между гравитационной и тепловой моделями и решение нестационарного уравнения теплопроводности показали, что тепловой поток создается, помимо стационарного процесса в земной коре, дающего величину 31 МВт/м^2, еще и дополнительным источником тепла, расположенным в верхней мантии. Так получены непротиворечивые геотермическая и гравитационная модели земной коры прогиба.

HAMZA V.M., Inst.Pesquisas Teconologicas and Univ.Sao Paulo,Brazil;
WERNICK E., Univ.Estaduel Paulista, Rio Claro, Brazil

USE OF MINERAL THERMOMETRIC AND RADIOGENIC HEAT PRODUCTIVITY DATA TO ESTIMATE PALEO HEAT FLOW IN PRECAMBRIAN TERRAINES

The methods currently used for determining paleogeothermal conditions in the crust (thermal maturation of organic matter and subsidence history of sedimentary basins) are of little use in hard rock terraines which have suffered considerable uplift and erosion. It is, however, possible to obtain an estimate of paleo heat flow for such regions if results of integrated studies of mineral thermometry, heat flow and radiogenic heat productivity are available. The mineral thermometric data furnish information on paleotemperatures and depth of erosion while present heat flow and heat productivity data can be used for extracting information on the vertical variation of radiogenic heat in the upper crust. For a crust with temperature dependent conductivity and exponentially decreasing radiogenic heat with depth the relation for paleoheat flow can be written as

$$\epsilon p = \left(\frac{ko}{ha}\right) \ln \left(\frac{1 + \alpha\, Tm}{1 + \alpha\, To}\right) + Ao^{*}D \left\{1 - \left(\frac{D}{h}\right)\left(1 - e^{-h/D}\right)\right\}$$

where ko is the thermal conductivity at surface temperature To, α its temperature coefficient, T m is temperature at depth h in the crust, Ao* is the original surface heat productivity and D logarithmic decrement of Ao* with depth. T m and h are available from mineral thermometric studies while D can be determined from heat flow-heat productivity relation. The value of Ao* is obtained from the value of present surface heat productivity after correcting for the effects of erosional and radioactive decay effects.

This method was used for estimating paleoheat flow for the Atlantic Granulite belts in Brazil.

HANEMANN K., MILITZER H. and RÖSLER, Mining Academy of Freiberg, GDR

SUBSURFACE GRAVITY MEASUREMENTS FOR EXPLORING SPECIAL GEOLOGICAL STRUCTURES IN POTASSIUM MINES IN THE GDR

According to their density relations in Zechstein subdivision subsurface gravity measurements have good conditions for exploring thickness variations of carnallitite seams.
This method is not yet available in exploration practice due to the reduction and interpretation problems occurring in subsurface gravity measurements.
The main problems are being discussed and possible solutions are being proposed. The efficiency of subsurface gravity measurements in the exploration of carnallitite domes is being demonstrated on the basis of practical examples.

HARDEE H.C., Sandia National Laboratories, Albuquerque, New Mexico, U.S A

REPETITIVE MAGMA INTRUSION RATES AS AN INDICATION OF SHALLOW MAGMA SOURCES IN THE WESTERN U S

An analytical solution for repetitive magma intrusions was developed to study the flow of magma in conduits. This solution leads to a critical intrusion parameter which determines whether or not the conduit will remain partially molten and open between successive intrusions. The critical parameter is a strong function of the volume rate of intrusion, and to a lesser extent, a fuction of the number of previous intrusive pulses through the conduit. Below the critical intrusion value, intrusions tend to proceed by a fracturing process. Above the critical intrusion value, intrusions can easily propagate through the hot, partially molten, debris left by the previous intrusions in the conduit. Data for the Kilauea East Rift Zone agrees well with the analytical model, and data from other sites in the western U S tend to support the model. The model is useful in locating shallow molten magma bodies and conduits for scientific experiments and for energy extraction purposes.

HERNANDEZ J., VENEREO A., Instituto de Geografía AC Cuba, Habana, Cuba; LILIENBERG D., Instituto de Geografía AC URSS, Moscu, MARQUES M., RUEDA J., Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, Habana, Cuba; ALVAREZ L., Instituto de Geofísica y Astronomia AC Cuba, Habana, Cuba

LAS CORRELACIONES DE LOS MOVIMIENTOS TECTONICOS RECIENTES Y DE LA SISMICIDAD CON LA DIFERENCIACION MORFOESTRUCTURAL Y LA ESTRUCTURA PROFUNDA DE CUBA SURORIENTAL EN LA ZONA DE ARTICULACION CON LA FOSA PROFUNDA DE BARTLETT

La situación geodinámica actual y el desarrollo morfoestructural de Cuba suroriental están determinados por su posición en la zona de sutura de la articulación de las microplacas cubana y caribena, las cuales están separadas por la fosa profunda de Bartlett (con corteza de tipo oceánico). La abertura en la etapa neotectónica de la fosa lleva al infracorrimiento de su parte norte por debajo del borde de la microplaca cubana, a una compresión transversal y al ascenso de las montanas sobrecorrimiento-monoclinal asimétricas de la Sierra Maestra. Esta sierra se caracteriza por tener anomalías positivas de la fuerza de gravedad de hasta +150 mgl, mientras la fosa de Bartlett posee valores negativos de hasta - 230 mgl. La zona limítrofe de falla transformada siniestra con infracorrimiento se destaca por valores elevados de las corrientes de calor (hasta $2,3.10^{-6}$ cal/cm^2/seg), por una abrupta anomalía lineal del campo electromagnético y por un descenso hacia el Norte de las superficies sismofocales. En la geodinámica reciente de la Sierra Maestra y de las zonas vecinas es típica una combinación compleja de borfoestructuras longitudinales y transversodiagonales separadas por fallas con desplazamientos contrastantes. Los datos de las nivelaciones repetidas para los últimos I5-20 anos han registrado una diferenciación en bloques pequenos de los movimientos verticales recientes con una amplitud general de las velocidades de hasta I0-I5 mm/a (máxima para el Archipiélago cubano). En la región de Santiago de Cuba se evidencia una anomalía (inversión) transversal de los movimientos recientes con la cual esta relacionada la elevada sismicidad de la región. La principal zona sismogeneradora es la zona longitudinal de infracorrimiento. En los nudos morfoestructurales de su intercepción con las fallas transverso-diagonales se disponen los principales focos de terremotos. Se nota su migracion en las direcciones horizontal y vertical fijando la abertura de las fallas. Están muy difundidas las sismodislocaciones de distinto tipo.

ЭРНАНДЕС Х., ВЕНЕРЕО А., Институт географии АН Кубы, г.Гавана; МАРКЕС М., РУЭДА Х., Кубинский институт геодезии и картографии, г.Гавана; АЛЬВАРЕС Л., Институт геофизики и астрономии АН Кубы, г.Гавана, Республика Куба; ЛИЛИЕНБЕРГ Д., Институт географии АН СССР, г.Москва, СССР

ВЗАИМОСВЯЗИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ В СЕЙСМИЧНОСТИ С МОРФОСТРУКТУРНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЕЙ И ГЛУБИННЫМ СТРОЕНИЕМ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ КУБЫ В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ С ГЛУБОКОВОДНЫМ ЖЕЛОБОМ БАРТЛЕТТА

Современная геодинамическая обстановка и морфоструктурное развитие Кубы определяются ее положением в шовной зоне сочленения Кубинской и Карибской микроплит, разделенных глубоководным желобом Бартлетта (с корой океанического типа). Новейшее раскрытие желоба приводит к поддвигу его северного борта под край Кубинской микроплиты, поперечному сжатию и воздыманию асимметричного надвигово-моноклинального горного сооружения Сьерра-Маэстра. Последнее характеризуется положительными аномалиями силы тяжести до +150мгл, а желоб Бартлетта – отрицательными до -230мгл. Пограничная зона левостороннего трансформного разлома с поддвигом выделяется повышенным тепловым потоком (до $2,3 \cdot 10^{-6}$ кал/см^2/с), крупной линейной аномалией электромагнитного поля и падением сейсмофокальных поверхностей к северу. Для современной геодинамики Сьерра-Маэстра и смежных районов характерно сложное сочетание продольных и поперечно-диагональных морфоструктур, разделенных разломами с резко контрастными смещениями. Данные повторных нивелировок за последние 15-20лет зарегистрировали мелкоблоковую дифференциацию современных вертикальных движений с общей амплитудой скоростей до 10-15мм/год (максимальной для Кубинского архипелага). В районе Сантьяго-де-Куба выявлена поперечная аномалия (инверсия) современных движений, с которой связана повышенная сейсмичность района.

Главной сейсмогенерирующей зоной является продольная зона поддвига. В морфоструктурных узлах ее пересечения поперечно-диагональными разломами располагаются главные очаги землетрясений. Отмечается их миграция в горизонтальном и вертикальном направлении, фиксирующая раскрытие разломов. Широко распространены сейсмодислокации разного типа. Прослеживаются тесная взаимосвязь медленных и быстрых движений как между собой, так и с морфоструктурной дифференциацией земной коры, квазипериодичность проявления во времени. Для комплексного изучения закономерностей геодинамики этой сложной области в районе Сантьяго-де-Куба создается геодинамический полигон.

HORVATH F., Geophys. Dept., Eötvös University, Budapest, Hungary

NEOTECTONIC MODEL OF THE CENTRAL ALPINE MEDITERRANEAN REGION

The European Alpine belt was formed during Cretaceous to Miocene time by convergence and continental collision between the European and African plates. During the last stages of major compressional events in the Neogene a set a basin were formed within the Alpine orogenic belt. These basins are characterized by lithospheric thinning and extension, and their evolution is connected to coeval deformation in the associated island/mountain arcs. On the example of the Carpathian-Pannonian system it will be shown how this mechanism has worked since the Early Miocene. Using mostly seismicity, focal mechanism and neotectonic data a simple model can be suggested to explain the neotectonics of the central part of the Alpine-Mediterranean region, where the plate boundaries are not well defined and no true microplates are present. Recent activity is controlled by continuing convergence of Europe and Africa with the Adriatic promontory, and by the stress field related to broad areas of crustal extension.

HOU CHONGCHU, Beijing Computer Center, the Ministry of Geology and Mineral Resources, Beijing, China

A CONTRIBUTION TO PROCESSING AND INTERPRETATION OF POTENTIAL FIELD IN DEEP SOURCE INVESTIGATION

Some new methods of transforming potential field in frequency domain have been derived by the author. Two of those methods are illustrated in the present paper with special reference to several magnetic case histories to show their effectiveness in deep source investigation.

1. A method of accumulation of upward continuation field for analyzing deep sources. This method in combination with vertical derivatives and horizontal derivatives along an arbitrary direction was used in data processing and interpretation of two anomalies located in Shandong and Ningxia provinces respectively. The results indicate that the method is useful in both removel of the shallower sources and enhancement of the contribution due to the deep sources.

2. An approach of combining up-and-downward continuation to defination

of regional field. The author has presented a modified method of downward continuation called"progressive downward continuation". Adopting the transformation which combines upward with the progressive downward continuation, then doubling the sampling interval from the result data set, making up-and-downward continuation once again, and repeating the same cycle for several times, one can obtain a regional field which is considered as satisfactoy. With this procedure the aeromagnetic data of Pan-North China was transformed and the resulted regional field had all the characteristics which are similar to those of the field upward continued to 300 KM.

HURTIG E., BANKWITZ P., BORMANN P., GRÜNTHAL G., KNOLL P.,Central Institute of Physics of the Earth Acad.Sc.GDR, Potsdam, GDR

SEISMICITY, INDUCED SEISMICITY AND STRESS-FIELD IN CENTRAL EUROPE: IMPLICATIONS FOR SEISMIC HAZARD ASSESSMENT

Central Europe, especially the territory of the GDR, has a low natural seismicity. Problems of estimating the seismic hazards are discussed and the maps of the natural seismic hazard are described. But in local areas mining-induced seismicity has to be regarded when estimating the seismic hazard in Central Europe. In the paper the criteria are discussed which have to be applied when considering induced events for seismic hazard assessment.
From the analysis of seismic events in mining areas two types are to be distinguished: mining-induced events triggered directly by the stoping activity and events which are due to the complicated combination of the tectonic and the induced stress-fields. Regional and local variations of the tectonic stress-field strongly influence the occurrence of induced seismic events.

IBRMAJER J., BLÍŽKOVSKÝ M., Geofyzika Brno; FUSÁN O., Geological Institute of Dionýz Štúr, Bratislava; PLANČÁR J., Geophysical Institute of the Slovak Academy of Sciences, Bratislava; SUK M., Central Geological Institute, Prague, Czechoslovakia

GEOPHYSICAL PHENOMENA OF THE DEEP STRUCTURE IN CZECHOSLOVAKIA

For study of the deep structure regional geophysical data from Central Europe are used. The most important gravity zone - the

megaanomaly of the Alpine-Carpathian system is explained by a shift of sialic materials forming the nappes in the foreland. The shift caused an increase of the thickness of the light sialic crust and its subsiding into the upper mantle. This is confirmed by the surface of the Moho-discontinuity occurring in the northern West Carpathians on the territory of Poland at the depth of 45 km, whereas in the south it rises to 26 km.

The surface of the Moho in the Bohemian Massif is undulated and its depth ranges between 30 - 39 km. Low depths are observed in the Krušné hory Mts. block (30 km), the Orlické hory Mts. - Kłodzko block (32 km) and in the Moravian block (32 - 35 km). On the contact with the Carpathians the depth of the Moho attains 40 km. The gravity field of the Bohemian Massif is divided into 4 zones (positive and negative) corresponding to the block structure of the Massif. Distinct gravity gradients delimiting the zones indicate faults extending to relatively large depths. These faults are connected with zones of large ΔT anomalies.

The block structure of the Bohemian Massif originated in the Variscan, while the nappe structure of the West Carpathians was desintegrated into blocks in the latest period, beginning from the Miocene.

IOSIFOV D.S., Научно-исследовательский институт полезных ископаемых, г. София, НРБ

РОЛЬ ГЛУБИННЫХ СТРУКТУР В РАЗМЕЩЕНИИ ПОЗДНЕАЛЬПИЙСКИХ ЭНДОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БОЛГАРИИ

Комплексная интепретация физических полей в совокупности с имеющимися данными по тектонике, магматизма и истории геологического развития территории Болгарии позволила изучить ее глубинное строение, наметить структурно-вещественные особенности блоковых и межблоковых зон, дополнить представления о вертикальной металлогенической зональности. При этом в основу составления карты глубинного строения и разрезов положена слоисто-блоковая модель земной коры.

Наиболее отчетливая роль глубинных структур в размещении эндогенного оруденения устанавливается для позднеальпийских медных (верхнемелового периода) и свинцово-цинковых (палеогенского периода) месторождений, имеющих основное промышленное значение. Анализ фак-

тических данных о распределении позднеальпийского эндогенного оруденения свидетельствует о следующем.

I. Наиболее крупные месторождения приурочены к периферийным частям блоковых структур, преимущественно сиалического состава (Западнородопский и Центральносреднегорский блоки.)

2. Позднеальпийские рудообразовательные процессы достигли своей кульминации в участках, где земная кора изменяет градиентно свою структуру и мощность основных слоев (зоны сочленения гетерогенных сегментов: Западные Родопы - Восточные Родопы; Среднегорьский антиклинорий - Ихтиманский приподнятый блок).

3. Основные рудные поля размещаются в ареалах глубинных разломов - металлогенически активных линеаментах, среди которых наибольшее значение имеют Центральнородопский и Панагюрский. Кроме того, выделены региональные металлогенические узлы, представляющие интерес для прогнозирования новых месторождений.

JACOBY W. R., Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Frankfurt, BDR

GEOPHYSICAL ASPECTS OF RHENISH MASSIF UPLIFT AND RHINE GRABEN SUBSIDENCE

A combination of seismic and gravity data on the Rhenish Massif and the Rhine Graben gives important clues about deep lithospheric structure and evolution. Seismic refraction, surface waves, and traveltime residuals provide a fairly detailed model of the crust and upper mantle. Two- and three-dimensional gravity computations and least-squares fitting to the observed Bouguer anomaly provide reliable density estimates. One result is that the most prominent density increase occurs in the lower crust above the M-discontinuity. Another result is the density decrease of $\sim$-0.05 g/cm^3 from the lithosphere to the asthenosphere. The most important result, however, is the discovery of two anomalous regions in the lower or sub-crustal lithosphere (or elevated asthenosphere?) of $\sim$100 km dimensions. Below the Eifel P velocity is distinctly low ($\sim$-3 % over 100 km depth extent), but density is nearly normal (at most -0.01 g/cm^3). Below the southern Rhine Graben to 150 km depth P velocity is as high as +2 to +3 %, but density is distinctly low ($\sim$-0.05 g/cm^3). In both regions uplift or subsidence are directly explained as the isostatic response to the density change. The peculiar relation between velocity and density can only be explained by the effects of fluid phases (volatiles, melt) beside those of temperature. Fluid phases are particularly important in the initial stages of uplift as in the Eifel (western Massif) while the Rhine Graben is at a mature degassed stage, though still hot. The uplift of the eastern Massif and its marginal Tertiary shield volcano may also be a temperature effect. An open question is the source of the sub-lithospheric flow induced by subduction during the Alpine orogeny.

JIANG LEI and MA KAIYI, Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, China

THE MAGNETIC LINEAMENT MAP OF CHINA AND ADJACENT SEA AREAS

Based on the qualitative and quantative analysis of the available data acquired through such geophysical means as aeromagnetic survey, surface magnetic survey and marine magnetic survey, we have drawn "The Magnetic Lineament Map of China and adjacent Sea Areas" on the scale of 1:6,000,000.

Based on tectonic framework of the magnetic lineament, the major tectonic units in China can be divided into three type: the stable areas, the active areas and Mesozoic-Cenozoic depressions. The basic tectonic directions of China are predominantly Sn, EW, NE and NW, trending towards SN and EN are principal, and some of trending EW probably have intercontinental dimensions.

The map shows, 1. The Tanlufault extends southerly to the vicinity of Susong north of the Yangtze River, and northerly along Duhua-Mishan-Mikolayevask to the Okhotsk Sea. Some rift valley zones have been indicated, such these located in kangdian, Fenwei, Xialiaohe-Bohai, Tanlu, Xingtai-Anyang. 3. Lots of SN trending structures in China are very important, there are not usually on other maps. 4. The trending structures around the Pacific Ocean make up a certain system. It should be paied attention widely.

KAILA K.L., KRISHNA V.G., National Geophysical Research Institute, Hyderabad, India

DETAILED LITHOSPHERIC STRUCTURE IN THE WESTERN PACIFIC PLATE MARGIN FROM SEISMOLOGICAL DATA

Studies of seismic wave propagation in various island arc systems along the western Pacific plate margin provides ample evidence for large lateral variations of seismic wave velocities and attenuation between the subducting lithospheric slab and the aseismic surrounding mantle. We present here substantial evidence for large scale lateral variations of P and S wave velosity structure within the lithospheric slab subducting beneath the western Pacific plate margin. The evidence comes from the P and S wave velocity-depth functions obtained by using Kaila's (1969) analytical method, in several units of the island arc regions: 1.Kamchatka, 2.Northern Kurile Is., 3.Southern Kurile Is., 4.Okhotsk sea, 5. Hokkaido, 6.Honshu-Japan sea, 7. Shikoku-Kyushu, 8. Ryukyu Is., 9. Taiwan-Luzon,

10.New Guinea, 11.New Britain-Solomon Is., 12.New Hebrides , 13.Tonga-Kermadec Is.-New Zealand.
The P and S wave velocity-depth functions determined, reveal significant lateral and vertical variations down to about 600-km depth in various regions along the western Pacific margin. Lateral variations in the velocity structure, within the subducting lithospheric slab, are found to be of the order of 8-12% and 4-6% respectively above and below the 400-km discontinuity, both for P and S waves. The velocities, especially for S waves, are consistently lower in the northwest than those at comparable depths in the southwest Pacific margin. P and S wave velocities in the Japanese islands and the Tonga-Kermadec-New Zealand regions are respectively found to be the lowest and the highest, over the entire circum-Pacific region. These observed velocity anomalies reflect primarily large lateral variations of temperature, extending to at least 600-km depth. There is also substantial evidence for the presence of two first-order velocity discontinuities, for both P and S waves, at depths of 350-400 and 600-650 km in various regions. The 400-km discontinuity may be both a phase and a chemical boundary.

KARAKIN A.V., Institute of Physics of the Earth of the USSR Academy of Sciences, Moscow; LOBKOVSKY L.I., P.P.Shirshov Institute of Oceanology of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

HYDRODYNAMICS of STRATIFIED TWO PHASE ASTENOSPHERE

The geodynamic models of astenosphere layers and rift zones are worked out on basis of the mechanical methods of two phase viscous medium with phase change between skeleton and saturating melt. These models are based on the boundary hydrodynamic and thermal problems for two phase medium. Microstructure analysis (i.e. thermo-hydrodynamics on scale of the grains and melt inclusions) allows to derive the foundation macroequations of the two phase medium and pick out the system of small parameters. The boundary thermo-hydrodynamic problems for two phase medium are investigated by analytical and numerical methods. The model of astenosphere zones implies the upwelling mantle stream in which decompression and partial melting take place at the definite (P,T) conditions. There are stabile solutions on microscale only for regions in which medium melting and sceleton compression with melt filtration to another regions take place. The conception about stratified astenosphere structure is advanced and based. The physical reason of stratified astenosphere structure is thickness of the two phase layer with communicating pores can't exceed some limit (which depends on tension strenth of skeleton and

density difference between liquid and solid phase). When this limit is fallen outside, hydrofracture of the skeleton causing by porous pressure and cavacity filling in melt can take place near upper layer boundary. Upper then hydrofracture surface only isolated magma chambers can be in monophase medium. Some more upper the two phase layer with communicating pores can arise again and etc. Conclusion about the stratificated astenosphere is confined by seismic and magnetotelluric data from which the existance the anomalous mantle layer in continental and oceanic rift zones, separated from low astenosphere by normal mantle layer is followed. The interrupted stratified astenosphere structure admits the lateral percolation of magma through hydrofracture surface on a large distance. It explains the intensive melt and heat concentration in narrow linear spreading zones and the local interplate volcanic sites.

КАРАКИН А.В., Институт физики Земли им.О.Ю.Шмидта АН СССР, г.Москва;
ЛОБКОВСКИЙ Л.И., Институт океанологии им.П.П.Ширшова АН СССР, г.Москва, СССР

ГИДРОДИНАМИКА СЛОИСТОЙ ДВУХФАЗНОЙ АСТЕНОСФЕРЫ

На основе методов механики двухфазной вязкодеформируемой среды с фазовым переходом между скелетом и насыщающим расплавом разработаны геодинамические модели астеносферных слоев и рифтовых зон Земли. Указанные модели опираются на краевые задачи гидродинамики и теплопроводности двухфазной среды. Анализ микроструктуры среды (т.е. термогидродинамики на уровне зерен и включений расплава) позволяет вывести определяющие макроуравнения двухфазной среды и выделить систему малых параметров. Краевые задачи термогидродинамики двухфазной среды исследуются аналитически и численно. Модель астеносферных зон предполагает наличие восходящего мантийного потока, который в определенных P-T условиях подвергается декомпрессии и частичному плавлению. Устойчивые решения на микроуровне удается получить только для областей, где происходит плавление среды и сжатие скелета, сопровождаемое отфильтровыванием расплава в другие области. Выдвигается и обосновывается фундаментальное положение о слоистой структуре астеносферы. Физическая причина возникновения слоистости в астеносфере заключается в том, что мощность двухфазного слоя с сообщающимися порами не может превышать некоторой предельной величины (зависящей от прочности скелета на разрыв и разности плотности между жидкой и твердой фазами), при достижении которой у кровли слоя происходят гидроразрыв скелета поровым давлением и образование каверн, заполненных расплавом. Выше поверхности гидроразрыва могут существовать лишь изолированные магматические камеры в однофазной среде. Еще выше может появиться вновь слой двухфазной среды с сообщающимися порами и т.д. Вывод о слоистом строении астеносферы с чередованием двухфазных и квази-

однофазных слоев подтверждается сейсмическими и магнитотеллурическими данными о наличии в пределах континентальных и океанических рифтовых зон слоя аномальной мантии, отделенного от нижней астеносферы областью нормальной мантии. Разрывно-слоистая структура астеносферы допускает перетекание магмы по поверхностям гидроразрыва на большие расстояния по горизонтали и позволяет объяснить сильную концентрацию расплава и тепла в узких линейных зонах спрединга и локальных очагах внутриплитового вулканизма.

KARNIK V., UNDRO, Geneva, Switzerland
SCHENK V., SCHENKOVA Z., Geophysical Institute, Prague, CSSR

EARTHQUAKE PROVINCES OF CENTRAL AND EASTERN EUROPE

The analysis of seismological, tectonic and geodetic information on earthquake provinces leads to some conclusions on magnitude - frequence relation N(M): 1) The N(M) distributions log N = a-bM are more scattered for provinces exhibiting large irregularities of activity with time than for those with a smooth trend of the Benioff strain release curves. 2) In the Balkan area the provinces West of the Vardar line show higher b = 0.8-1.0 (the Dinarides, the Hellenides, the Pelagonides), than the provinces East of the line (Rhodope, the Anatolides, the Vardar-Izmir zone, the Marmara-Saros through), b = 0.6 - 0.7. Consequently, the Eastern part may be characterized by a higher strength of the lithosphere and by a higher stress rate than the Western part which seems to be more fractured and heterogeneous. It means also that the Eastern part is able to store more strain as evidenced also by observed Mmax. 3) The value b is smaller for shocks deeper than normal than for shallow shocks if the same magnitude scale is used, it is inversely proportional to Mmax and a = f(b), b changes with time and appreciable variations occur before a major shock.

Seismo-geological correlations suffer by some discrepancies, e.g. the time window of seismological observations is not compatible with that of the neotectonic area or of recent (Quaternary) processes, tectonic mapping describes only very shallow features whereas seismogenic processes occur in deeper parts and the deep discontinuites do not need to be clearly reflected on the surface. The inaccurrecies in presently applied procedures call for improvements along several lines: definition of faults and their extension to larger depths; estimations and monitoring of contemporary movements along fault planes, identification of segments of creep or of asperities together with determination of the type of faulting; application of paleoseismogeological investigations for extending the interval of seismological observa-

tions; understanding long time variations and migration of seismicity in earthquake provinces, i.e. the cause of seismic gaps in time and space.

KEILIS-BOROK V.I., KUZNETSOV I.V., ROTWAIN I.M., Institute of Physics of the Earth Academy of Sciences of the USSR, Moscow;
ALLEN K., HUTTON K., California Institute of Technology, Los Angeles, USA

IDENTIFICATION OF SOON-TO-BREAK FAULT ZONES

A set of selfsimilar premonitory seismicity patterns allows to identify the fault zones, where the probability of time of increased probability (TIP) of a strong earthquake within a given fault zone the increase of probability is IO or more. Diagnosis of the patterns requires routine catalogs of the earthquakes and neotectonic regionalization.

КЕЙЛИС-БОРОК В.И., КУЗНЕЦОВ И.В, РОТВАЙН И.М., Институт физики Земли АН СССР, г.Москва, СССР; АЛЛЕН К., ХАТТОН К., Калифорнийский технологический институт, г. Лос-Анджелес, США

ПРОГНОЗ ЗОН РАЗЛОМОВ, НАХОДЯЩИХСЯ НАКАНУНЕ СИЛЬНОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Комплекс автомодельных предвестников позволяет идентифицировать зону разломов, в которой повышена (по крайней мере в IO раз) вероятность сильного землетрясения. Для диагностики предвестников достаточно каталогов землетрясений и неотектонического районирования.

KHRAMOV A.N., All-Union Oil Research Geological Prospecting Institute, Leningrad, USSR;
KRAVCHINSKY A.Ya., East Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Raw Material, Irkutsk, USSR

GEOMAGNETIC AND GEOTECTONIC CYCLICITY

Paleomagnetic studies have provided new evidence giving insight into cyclicity of geological processes. A cyclic pattern of different frequency of geomagnetic revelsals and rate of paleomagnetic pole wandering and their relation to geotectonic cycles were found at early stages of paleomagnetic studies. The development of the magnetostratigraphic scale for the Phanerozoic and recent synthesis of paleomagnetic field intensity determination allowed to quantitatively assess geomagnetic megacyclicity. Such characteristics as

interval between geomagnetic reversals, normal to reversed polarity duration ratio, and field intensity are discussed. Mean values were analized using maximum enthropy method and showed periods of 250-270, 150-160, 75-90 Ma. Two similar periods, viz., 210-270 and 80-90 Ma were found for tectonic movements both horizontal (rate of paleomagnetic pole wandering and motion of lithosphere plates) and vertical (epicontinental sea areas, rate of platform subsidence, volume of sediments in deep troughs and the like) and magmatic activity as well. Paleomagnetic characteristics of horizontal movements of plates display such periods as 600 Ma (Wilson cycle) and 43-47 Ma multiple of above mentioned. In this case correlation of tectonic activity phases (emergence-subsidence, tension-compression) follows certain trends of a global tectonic process. Different models relating geomagnetic and geotectonic cyclicity are postulated however the endogenic nature of this relation is quite evident.

ХРАМОВ А.Н., Всесоюзный нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт, г.Ленинград; КРАВЧИНСКИЙ А.Я., Восточно-Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья, г.Иркутск, СССР

ГЕОМАГНИТНАЯ И ГЕОТЕКТОНИЧЕСКАЯ ЦИКЛИЧНОСТЬ

Изучение явлений палеомагнетизма обеспечило поступление новой разнообразной информации, относящейся к проблеме цикличности геологических процессов. Циклический характер изменения частоты геомагнитных инверсий и скорости миграции палеомагнитных полюсов и их связь с геотектоническими циклами были замечены еще на раннем этапе палеомагнитных исследований. Разработка магнитостратиграфической шкалы фанерозоя и синтез результатов модульных определений палеомагнитного поля, выполненные в последние годы, позволили получить количественные оценки геомагнитной мегацикличности. Рассмотрены такие характеристики, как длина интервала между геомагнитными инверсиями, соотношение длин интервалов прямой и обратной полярности, напряженность поля. Анализ изменений средних значений этих величин проводился методом максимальной энтропии и показал наличие периодов 250-270, 150-160, 75-90 мегалет. Близкие к двум из этих периодов, а именно 210-270 и 80-90 мегалет, устанавливаются для характеристик тектонических движений как горизонтальных (скорости миграции палеомагнитных полюсов и движения литосферных плит), так и вертикальных (площади эпиконтинентальных морей, скорости погружения платформ, объем осадков в глубоких прогибах и т.п.), а также в явлениях магматизма. В палеомагнитных характеристиках горизонтальных движений плит устанавливаются также периоды 600 мегалет (цикл Вилсона) и 43-47 мегалет, кратные перечисленным. При этом кор-

реляция фаз тектонической активности (поднятие - опускание, растяжение - сжатие) подчинена конкретным проявлениям глобального тектонического процесса. Постулируются разные модели связи геомагнитной и геотектонической цикличности, однако несомненна эндогенная природа этой связи.

KHRAMOV A.N., RODIONOV V.P., OSIPOVA E.P., KOMISSAROVA R.A., SLAUTSITAIS I.P., All-Union Oil Research Geological Prospecting Institute, Leningrad, USSR

RELATIONSHIPS BETWEEN THE RUSSIAN AND SIBERIAN PLATES IN LATE PRECAMBRIAN AND EARLY PALAEOZOIC USING PALAEOMAGNETUC DATA

Palaeomagnetic studies carried out in Siberia became the basis for a new model of horizontal movements and process of consolidation of the Siberian plate. A comparison of the APW-curves for different regions show several stages of the plate consolidation, the most impotant being the Baikalian stage. There were at least several megaterrains in pre-Vendian time, subjected to differential horizontal displacements. The joining of the Altai-Sayan and Verkhoyansk fold areas to Siberian plate and separation of Taimyr peninsula are the main post-Baikalian events.

A similarity pattern of synchronous Precambrian and Phanerozoic palaeomagnetic data for the Baltic and Ukrainian shields and the western spole of the South Urals permits to consider all these tectonic units as a part of a single Russian-Baltic (Russian) plate. However, scanty determinations and low accuracy do not allow to exclude a possibility of significant innercraton mobility for the time being. In the Late Precambrian the Russian and Siberian plates were brought together at maximum, their divergence probably began at the Middle-Late Ryphean boundary. In the Early Palaeozoic these plates were more widely spaced than at present. Later concurrently with their northward movement the convergence of these plates started with a climax in the Permian and was accompanied by transverse compression of the Uralian geosyncline. During the Triassic the present northern edge of the Siberian platform moved slightly away from the Russian plate. At the beginning of the Mesozoic these plates, Scythian-Turanian and Kazakstan plates were not subjected to essential horizonal displacements.

ХРАМОВ А.Н., РОДИОНОВ В.П., ОСИПОВА Э.П., КОМИССАРОВА Р.А., СЛАУЦИТАЙС И.П., Всесоюзный нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт, г. Ленинград, СССР

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ РУССКОЙ И СИБИРСКОЙ ПЛИТ В ПОЗДНЕМ ДОКЕМБРИИ И РАННЕМ ПАЛЕОЗОЕ ПО ПАЛЕОМАГНИТНЫМ ДАННЫМ

Широкие палеомагнитные исследования на территории Сибири создали основу для построения модели горизонтальных движений и процесса консолидации Сибирской плиты. Сравнение траекторий кажущейся миграции палеомагнитных полюсов для различных регионов показало, что консолидация Сибирской плиты происходила в несколько этапов, важнейший из которых относится к байкальскому времени. В довендское время существовало несколько мегаблоков, которые испытывали дифференциальные горизонтальные перемещения. Причленение Алтае-Саянской и Верхоянской складчатых областей к Сибирской плите и отделение Таймыра явились главными послебайкальскими событиями.

Сходство синхронных докембрийских и фанерозойских палеомагнитных полюсов Балтийского и Украинского щитов и западного склона Южного Урала позволяет рассматривать все эти тектонические единицы как части одной Русско-Балтийской (Русской) плиты, хотя малое число определений и невысокая их точность не позволяют пока еще исключить возможность существенных внутрикратонных подвижек.

В позднем докембрии Русская и Сибирская плиты были максимально сближены, их раздвижение началось, вероятно, на рубеже среднего и позднего рифея. В раннем палеозое их разделяло большее, чем сейчас, пространство. Затем, вместе с движением на север, началось сближение этих плит, которое достигло максимума в пермское время и сопровождалось поперечным сжатием Уральской геосинклинали. В триасе Сибирская плита несколько отошла от Русской своим современным северным краем. С начала мезозоя эти плиты, а также Скифско-Туранская плита и блоки Центрального Казахстана не испытывали существенных дифференциальных перемещений.

KHROMOVSKIKH V.S., Institute of the Earth Crust of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Irkutsk, USSR

COMPARATIVE SEISMOGEOLOGY OF ANCIENT PLATFORMS, WHICH BECAME ACTIVE IN CENOZOIC, AND YOUNG FOLDED BELTS OF THE EUROPEAN-ASIAN CONTINENT

The work concerns geological conditions of origination of strong earthquakes, migration of their foci and fluctuations within the areas indicated. The following criteria of seismicity are analysed:

a density of faults, fields of tectonic stresses, intensity of neotectonic movements, gradients of their velocities, values of displacement of the Earth crust blocks in Cenozoic and other characteristics.

Significant earthquakes with M≥8 for period from 1917 and 1900 were taken into account, respectively. On ancient platforms (at the age of the Earth crust to 3 billion years), covering an area about 5 mln.km^2, 14 shocks with M≥7 and 5 with M≥8 occurred. In the Alpine folded belt with the Earth crust age to 170 mln. years and the area about 9 mln.km^2 61 earthquakes with M≥7 and 5 with M≥8 took place over the same period. The region of Mesozoic folding in the south of Asia ranks intermediate according to a number of earthquakes.

Underground shocks with M≥8 occur on the normalized areas of ancient platforms 2 times as frequent as in the Alpine folded belt. The latter is characterized by a tendency to a distal migration of earthquake foci with M≥8 from its central part to periphery. The recurrence time of these shocks is from 4 to 11 years Sublatitudinal (in the western direction) migration of tectonic stress wave with the velocity about 5,4 km/year and the recurrence time of these earthquakes with M≥8 from 9 to 73 years is estimated for the Chinese platform according to the data for 268 years. It is evident that regions of young folding and platforms differ in pre-Cenozoic activity, degree of consolidation of the Earth crust composition and strength of rocks at the level of upper parts of focal zones. These factors, as well as neotectonic peculiarities of development, are responsible for the difference between seismic conditions of the regions considered.

ХРОМОВСКИХ В.С., Институт земной коры Сибирского отделения Академии наук СССР, г.Иркутск, СССР

СРАВНИТЕЛЬНАЯ СЕЙСМОГЕОЛОГИЯ АКТИВИЗИРОВАННЫХ В КАЙНОЗОЕ ДРЕВНИХ ПЛАТФОРМ И МОЛОДЫХ СКЛАДЧАТЫХ ПОЯСОВ ЕВРАЗИАТСКОГО КОНТИНЕНТА

Рассматриваются геологические условия зарождения очагов сильных землетрясений, их миграция и флуктуации в пределах названных территорий. Анализируются такие критерии сейсмичности, как насыщенность разломами, поля тектонических напряжений, интенсивность неотектонических движений, значения градиентов их скоростей, величины разноса блоков земной коры в кайнозое и другие характеристики.

В расчетах учитывались представительные для всей Земли землетрясе-

ния с M ⩾ 7 и M ⩾ 8 за период с I9I7 и I900 гг. соответственно. На древних платформах с возрастом земной коры до 3 млрд.лет, занимающих площадь около 5 млн.км^2, произошли I4 толчков с M ⩾ 7 и 5 - с M ⩾ 8. В Альпийском складчатом поясе, имеющем возраст земной коры до I70 млн.лет и площадь около 9 млн.км^2, за тот же период произошли 6I землетрясение с M ⩾ 7 и 5 - с M ⩾ 8. Область мезозойской складчатости на юге Азии занимает по отмеченным показателям промежуточное положение.

Подземные толчки с M ⩾ 8 происходят на нормированных площадях древних платформ в 2 раза чаще, чем в Альпийском складчатом поясе. В последнем намечается дистальная миграция очагов землетрясений с M ⩾ 8 от его центральной части к периферии с периодом повторения таких толчков от 4 до II лет.

Для Китайской платформы, по данным за 268 лет, установлена субширотная (в западном направлении) миграция волны тектонических напряжений со скоростью около 5,4 км/год и интервалом повторения землетрясений с M ⩾ 8 от 9 до 73 лет.

Очевидны большая докайнозойская подвижность и меньшая консолидация земной коры в областях молодой складчатости по сравнению с платформами. Значительно отличаются вещественный состав и прочностные свойства пород на уровне верхних частей фокальных зон отмеченных территорий. Эти обстоятельства в совокупности с неотектоническими особенностями развития и обусловливают разницу сейсмических режимов рассмотренных регионов.

KIM ISAAC and ORCUTT JOHN, Geological Research Division, Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, California, U S A

MODELLING OUT-OF-PLANE FEATURES IN MARINE REFLECTION DATA USING SEABEAM BATHYMETRY

Acoustic energy scattered off of bathymetric features out of the sagittal plane of a marine reflection survey frequently arrives coincidentally with sub-bottom reflections. We have demonstrated this problem with the aid of Scripps' SEABEAM system, which provides a wide swath of digital bathymetric data. Synthetic reflection profiles have been constructed with this swath of ocean bottom as the only reflector. The technique involved using a Kirchoff integral solution to the acoustic wave equation. Reflections off seamounts, abyssal hills, and troughs create features in the synthetic sections which can mimic subsurface reflections. Comparisons of the synthetics are made with actual digital single-channel watergun and airgun surveys recorded simultaneously with the SEABEAM data. Although the SEABEAM swath width of two thirds the water depth is not sufficiently broad to account for all important bathymetric scatterers, we believe that this combination of synthetic SEABEAM profiling and digital reflection profiling is still helpful in distinguishing between actual shallow subsurface reflectors and scattered contributions from the ocean floor.

KIRSCHVINK D.L., BARR T.D., Division of Geological and Planetary Sciences of the California Technological Institute, Pasadena, California, USA; ZHURAVLEV A.Yu., Paleontological Institute of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

THE DESTRUCTION OF PALEOPANGEA (?) IN THE EARLY CAMBRIAN

The reliability of biostratigraphic correlation between strata of Early Cambrian age in various parts of the globe has improved greatly during the past 10 years. Early Cambrian time can now be divided paleontologically into four stages: the Tommotian, Atdabanian, Botomian and Tojohnian. Sedimentary units of each age have been found on almost all of the major continental plates. In parallel with these biostratigraphic developments, paleomagnetic results from some of these paleontologically-dated units are now available from portions of Gondwanaland, North America, Mongolia and the Siberian Platform. We have attempted to combine these results with the lithologic and faunal variations discussed by Rozanov (Symposium S.02.2.4) into a coherent model for Early Cambrian relative plate motions.

The model begins in the early Tommotian with the existence of a "Paleopangea". This concept is supported by high faunal similarity among several groups and by the distribution of facies which suggests that sea level was relatively low. Early Atdabanian time began with the initiation of spreading and perhaps transcurrent faulting between North America, Siberia-Baltica and Gondwana leading to a global sea-level rise and associated transgressions by the middle Atdabanian which peak in the middle Botomian. The continued breakup and gradual subsidence of the new ocean floor leads to the faunal provinciality and marine regression observed in late Botomian and Tojohnian time and which continues into the middle Cambrian. We note that the absolute time required for these tectonic events is not compatible with recent, relatively young estimates of the numerical age of the Precambrian - Cambrian boundary.

КИРШВИНК Д.Л., БАРР Т.Л., Отделение наук о Земле и планетах Калифорнийского института технологии, Пасадена, Калифорния, США; РОЗАНОВ А.Ю., ЖУРАВЛЕВ А.Ю., Палеонтологический институт Академии наук СССР, Москва, СССР

РАСПАД ПАЛЕОПАНГЕИ (?) В РАННЕМ КЕМБРИИ

За последние десять лет значительно улучшилась надежность биостратиграфической корреляции отложений раннего кембрия разных континентов. Нижний кембрий может быть теперь подразделен палеонтологическим методом на четыре яруса: томмотский, атдабанский, ботомский и тойонский. Осадочные толщи, отвечающие каждому ярусу, найдены почти на всех основных континентальных плитах. Сейчас параллельно с развитием биостратиграфии имеются в наличии результаты, полученные палеомагнитным методом по некоторым палеонтологически охарактеризованным толщам из разных частей Гондваны, Северной Америки, Монголии и Сибирской платформы. Мы попытались сочетать эти данные с изменчивостью литофаций и фаун, которая обсуждается А.Ю.Розановым (симпозиум S.02.2.4.).

Обсуждаемая модель дается с раннего томмота, когда, вероятно, существовала "Палеопангея". Это положение подтверждается большим сходством различных групп фаун и распределением фаций, которое предполагает, что уровень моря был относительно низкий. Раннеатдабанское время началось с первоначального расширения и, возможно, с поперечного раскалывания между Северной Америкой, Сибирью— Восточно-Европейской платформой и Гондваной, ведущего к глобальному повышению уровня моря и сопровождающегося трансгрессиями с середины атдабанского века, которые достигли апогея в середине ботомского века. Продолжавшееся раскалывание и постепенное понижение океанического дна вело к фаунистическому провинциализму и морской регрессии, наблюдавшейся в позднеботомское и тойонское время и дошедшей до среднего кембрия.

Мы отмечаем, что абсолютное время, необходимое для этих тектонических событий, не согласуется с современными относительно молодыми оценками количественного возраста границы докембрия-кембрия.

KOPNICHEV Yu.F., Institute of Physics of the Earth of the USSR Academy of Sciences, Moscow; NURMAGAMBETOV A.N., Institute of Seismology of the KazSSR Academy of Sciences, Alma-Ata, USSR

ASTENOSPHERE INHOMOGENEITIES IN TIEN-SHAN REGION AND THEIR RELATION TO SEISMICITY

A new method of determining the shear wave attenuation in the upper mantle is developed, based on the short period Lg wave and coda analysis. The method allows to determine attenuation in the asthenosphere under the earthquake epicenters using one station records in the distance 500-2000 km from the region under investigation. Using 500 earthquake record analysis Tien-Shan and west part of Tarim basin upper mantle detail mapping has been carried out. In the East Tien-Shan region atenuation field isolines have mostly east-west orientations, in generel parallel to the main faults. Weak attenuation corresponds to Ily, Chu, Issyk-Kul and Tarim basins. There is the region of the weak attenuation under the Fergana basin, surrounded by the high attenuation "loop". High attenuation zones form the system of the connected narrow horizontal channels with the length hundreds km. Strong earthquakes (M≥7.0) in this region are connected with the high contrast attenuation zones, oriented close to east-west direction. The possibilities of this data interpretation in this terms of geodynamical models are discussed.

КОПНИЧЕВ Ю.Ф., Институт физики Земли АН СССР, г.Москва;
НУРМАГАМБЕТОВ А.Н., Институт сейсмологии АН КазССР, г.Алма-Ата, СССР

НЕОДНОРОДНОСТИ АСТЕНОСФЕРЫ ПОД ТЯНЬ-ШАНЕМ И ИХ СВЯЗЬ С СЕЙСМИЧНОСТЬЮ РАЙОНА

Разработан новый метод определения поглощения поперечных волн в верхней мантии, основанный на анализе динамических характеристик короткопериодной группы L_g и коды. По записям более 500 землетрясений проведено детальное картирование верхней мантии в районе Тянь-Шаня и западного участка Таримского массива. В районе Восточного Тянь-Шаня изолинии поля поглощения вытянуты в тяньшаньском направлении, в общем параллельно главным разломам. Пониженное поглощение соответствует Илийской, Чуйской, Иссык-Кульской и Таримской впадинам. Важнейшая черта поля поглощения в районе Западного Тянь-Шаня - область низкого поглощения под Ферганской впадиной, обрамленная "петлей" повышенного поглощения. Области повышенного поглощения в районе Тянь-Шаня имеют вид узких горизонтальных каналов, протягивающихся на многие сотни км. Сильнейшие землетрясения с $M \geqslant 7{,}0$ в рассматриваемом районе приурочены к протяженным субширотным зонам резкого контраста поглощения в верхней мантии. Обсуждаются возможности интерпретации полученных данных в терминах геодинамических моделей.

KORAL-GOMES KARLOS, Колумбия

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СЕЙСМИЧНОСТИ КОЛУМБИИ

По данным каталога землетрясений Колумбии за 1922-1978 гг. построены карты эпицентров, изолиний средних глубин очагов, плотности числа и энергии землетрясений, сейсмической активности A_{IC}.
Выявлены четыре зоны повышенной активности: 1-зона Сантандер, где расположен источник землетрясений, именуемый Гнездом Букараманги, на северо-востоке Колумбии; 2-зона Чоко на побережье Тихого океана вблизи Панамы; 3-зона Калдас; 4-зона Нариньо с гипоцентрами преимущественно в Тихом океане около границы с Эквадором, известная по разрушительным землетрясениям, имевшим здесь место.
Карта изолиний средних глубин очагов показывает, что гипоцентры землетрясений располагаются вдоль Кордильер; неглубокие землетрясения (менее 70 км) сосредоточены по берегам Тихого и Атлантического океанов (в океане их глубина не превышает 50 км и заметно растет по направлению к суше, где глубины очагов достигают 100-150 км и более). Изолинии средних глубин очагов ориентированы в направлении ЮЮЗ-ССВ и составляют угол 30°-35° с главным направлением береговой линии Тихого океана.
Для выделенных зон характерны следующие показатели сейсмичности:

I-зона Сантандер: A_{IO}=3,5; E=I33 Дж/год; 2-зона Чоко: A_{IO}=I,0; E=I6 Дж/год; 3-зона Калдас: A_{IO}=0,7; E=I7,7 Дж/год; 4-зона Норильо: A_{IO}=I,35; E=I4,5 Дж/год.

График распределения очагов с глубиной для территории всей Колумбии выявил наличие трех максимумов их концентрации: H=30-40 км; H=60-80 км; H=I60-I80 км. Сравнение с зонами повышенной сейсмической активности показывает,что первый максимум характерен для всех зон,для зоны Чоко - максимум на глубинах 40-90 км,а для зоны Калдас он приходится на глубины 90-II0 км. Наибольшие из отмеченных глубин характерны для зоны Сантандер - Гнезда Букараманги.

Генетическая связь известных коровых и глубоких очагов землетрясений с основными тектоническими структурами хотя и очевидна,но не бесспорна.В особенности это касается очагов с максимальными глубинами,выше первых сотен километров.

KORHONEN H., Institute of Seismology; LUOSTO U., University of Helsinki, Finland; ZVEREV S.M., KOSMINSKAYA I.P., Institute of Physics of the Earth of the USSR Acad.Sci., Moscow; SHAROV N.V., Institute of Geology of the Kola Branch of the USSR Acad.Sci., Apatity, USSR

INTERNATIONAL DSS PROFILE "BALTIC" IN THE SOUTH-EASTERN PART OF FINLAND

DSS investigations were made in 1982 at "Baltic" profile on south-eastern Finland according to programme prepared by finnish and soviet scientists. The main aim of these investigations was the definition of the structure of the Earth crust and upper mantle on the region of junction of the ancient structures of the Baltic Shield: Belomorides, Svetokarelides and Rapakives. The "Baltic" profile was added to the net of DSS profiles "Finlap", "Bothnian" and "Sveka", which were realized in central and northern part of Finland in 1979-1981.

The length of the main profile was 450 km. The transversal profile with the length about 100 km was placed near the middle of the main profile. The shots were produced at 7 points: 5 were situated in the lakes, and 2 in the Finnish bay. The charge size varies from 0.2 to 1 tons, and P and S waves were recorded along the whole length of the profile. Big shots (200 tons) from Kostomuksha mine quarry on USSR territory (120 km apart from the nothern end of the profile) were recorded on the half of the main profile.

Scientists from Finland, USSR, also from Sweden and FRG took part in the observations on "Baltic" profile.

480 recording stations were used in total, including 38 with three

components ones (from Finland, USSR, Sweden and FRG) and 10 stations had 6 -channels("Taiga" type from USSR with the length of array 600 m). The distances between recording points was 1 - 3 km. The maximal length at time-distance curve was 450 km. The main feature of curves is the existance of the waves with velocities 7.2 - 7.4 km/s in the first arrivals at the distances 180-250 km. According to the first estimations the depth of layer with the mantle velocity 8 km/s increases from the south to the north from 35-40 to 50-60 km due to the thickening of the high velocity layer in the low crust.

КОРХОНЕН Х., Институт сейсмологии; ЛУОСТО И., Университет Хельсинки, Финляндия; ЗВЕРЕВ С.М., КОСМИНСКАЯ И.П., Институт физики Земли АН СССР, г.Москва; ШАРОВ Н.В., Институт геологии Кольского филиала АН СССР, г.Апатиты, СССР

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОФИЛЬ ГСЗ "БАЛТИК" В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНЛЯНДИИ

В 1982 г. по согласованной финско-советской программе были проведены наблюдения по ГСЗ на профиле "Балтик", расположенном в юго-восточной части Финляндии. Целью работ было выяснение особенностей строения земной коры и верхов мантии в областях сочленения древних структур щита: беломорид, светокарелид и южного массива рапакиви. Профиль "Балтик" дополнял систему профилей ГСЗ "Финлеп", "Ботния" и "Свека", выполненных в 1979 - 1981 гг. в центральной и северной частях Финляндии.

В наблюдениях на профиле "Балтик" участвовали также ученые Швеции и ФРГ. Длина основного профиля была 450 км, а поперечного, секущего примерно посредине основного - 100 км. Взрывы производились в 7 пунктах, 5 их них были в озерах, 2 - в Финском заливе. Величина зарядов варьировала от 0,2 до 1 тонны, что обеспечило записи P и S волн на всем профиле. Примерно на половине профиля записаны большие взрывы (около 200 т) из карьера Костомукша, расположенного на территории СССР в 120 км от северного конца профиля.

В наблюдениях участвовало 480 станций, 38 с одноточечными трехкомпонентными установками, и 10 станций "Тайга" с линейными расстановками длиной 600 м. Расстояния между точками наблюдений 1-3 км. Максимальная длина годографов 450 км. Главной особенностью годографов является наличие в первых вступлениях на интервале 180-250 км волн со скоростями 7,2-7,4 км/с.

По предварительным расчетам глубина слоя с мантийными скоростями 8 км/с увеличивается с юга на север от 35-40 до 50-60 км за счет утолщения высокоскоростного слоя в низах коры.

KOUKIS G. and RONDOYANNI Th., Institute of Geology and Mineral Exploration, Athens, Greece

SEISMOTECTONIC OBSERVATIONS ASSOCIATED WITH THE EARTHQUAKES OF 23.3.83 IN THE AKARNANIA - LEFKAS REGION, WESTERN GREECE

The seismic activity in Western Greece (Akarnania-Lefkas) associated with the earthquake of 23.3.83 (shallow and a magnitude of 5.6) is characterized by the distribution of high seismic intensities in the epicentral area, which is of very limited extent. Secondary phenomena, such as rockfalls, also observed. Remarkable surface ruptures were recorded, for the first time in the west part of the country.

The ruptures, along pre-existing neotectonic faults reactivated by the earthquakes, form two branches of lengths of about 1.800 m each, with a distinct en echelon configuration and mean direction N 70° - 75° W. They are developed in Pleistocene sediments and recent deposits as well as the limestone bedrock. The ruptures are faults of horizontal movement (10-15 cm) while the vertical displacement and the extensional one are of the order of 2-5 cm.

These field observations, being in good agreement with the stress pattern obtained in the past from analysis of the earthquakes in Western Greece, confirm that the area is in an enviromment of compressional stress, with the main stresses σ1, σ2 almost horizontal and σ3 vertical, while the mean direction of σ1 is NE.

KOVALEVSKY A.L., Geological Institute of the Buryat Division of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Ulan-Ude, USSR

ON THE BIOGEOCHEMICAL AND GEOPHYSICAL METHOD COMPLEXITY

Most of the complicate builded 10-40 indicator elements zonal biogeochemical haloes in tenth of Siberian mineral deposits are geological-structural, but not ore ones. They reflect the distribution of the moving (fluid) forms of corresponding chemical elements in the primary haloes and coincide usually with magneto-, gravi- and electroprospecting anomalies. Frequently biogeochemical haloes coincide with negative, more seldom with positive and sometimes stepped releaf forms, i.e. with geomorphological anomalies. Complexity of biogeochemistry with geophysics and geomorphology is very effective for the geological structures deciphering and for ore biogeochemical haloes revealing.

Relations between biogeochemical and geophysical fields have been investigated in the Siberian Platform South ironore deposits and in the Transbaikal molybdenum deposits.

In one ironore deposit flank the magneto-, gravi- and electroprospecting anomalies were interpreted as lowmagnetic ore bodies. The intensive strontium haloes with concentrations up to 15% in aspen bark on the local background 0,07% and lesser contrast haloes of Ba, Hg, Rb, Pb F, Fe in the corresponding nonbarrier plant species and parts (Kovalevsky , 1963-1983 - in Russian; Kovalevsky , 1966-1981) were revealed here. Ore bodies with the industrial strontium contents were discovered by the trenches.

On molybdenum deposits biogeochemical haloes of this element coinside with the negative magnetic and gravimetric anomalies above uncondensed and hydrothermally altered breccias and with positive resistance anomalies above the guartzbearing granits and acid effusives. The data obtained testify to the advisability of the biogeochemical methods complexity with geophysical, including aircosmic ones. To realize various possibilites of biogeochemical methods organizing specialized groups, parties, laboratories and firms is necessary.

КОВАЛЕВСКИЙ А.Л., Геологический институт Бурятского филиала Сибирского отделения Академии наук СССР, г. Улан-Удэ, СССР

О КОМПЛЕКСИРОВАНИИ БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ С ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ

Большинство сложно построенных зональных биогеохимических ореолов 10-40 элементов-индикаторов на десятках рудных месторождений Восточной Сибири оказались геолого-структурными, а не рудными, ореолами. Они отражают распределение подвижных (флюидных) форм соответствующих химических элементов в первичных ореолах и во многих случаях совпадают с магнито-, грави- и электроразведочными аномалиями. В некоторых случаях биогеохимические ореолы совпадают с отрицательными и реже положительными и ступенчатыми формами рельефа, т.е. с геоморфологическими аномалиями. Для расшифровки геологических структур и выявления в их пределах рудных биогеохимических ореолов весьма эффективно комплексирование с геофизикой и геоморфологией.

Наиболее хорошо изучены соотношения между биогеохимическими и геофизическими полями на железорудных месторождениях юга Сибирской платформы и на молибденовых месторождениях Забайкалья.

На фланге одного железорудного месторождения магнито-, грави- и электроразведочные аномалии интерпретировались как слабомагнитные рудные тела. Биогеохимией здесь были выявлены интенсивные ореолы стронция с концентрациями до 15% в золе коры осины на фоне 0,07% и менее контрастные ореолы Ba, Hg, Rb, Pb, F, Fe в соответствующих безбарьерных видах и частях растений (Ковалевский, 1963-1983; Ковалевский, 1966-1981). Горными выработками были вскрыты рудные тела с промышленными концентрациями стронция.

На молибденовых месторождениях биогеохимические ореолы молибдена совпадали с отрицательными магнитными и гравиметрическими аномалиями над молибденоносными разуплотненными и гидротермально измененными брекчиями и с аномалиями повышенных сопротивлений над окварцованными молибденоносными гранитными и кислыми эффузивами.

Полученные данные свидетельствуют о целесообразности комплексирования прямых, глубинных, комплексных и экономичных биогеохимических методов с геофизическими, в том числе с аэрокосмическими.

Для реализации разнообразных возможностей биогеохимических методов в системе геофизической службы необходима организация специализированных групп, партий, лабораторий и фирм.

KRAVCHINSKY A.Ya., TVERITINOV Yu.I., East Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, Irkutsk, USSR

ROTATION OF PALEOMERIDIANS AND STRUCTURAL PLANES FORMATION OF THE SOUTH OF ASIA OF THE USSR

An experience gained during paleomagnetic and structural investigations of the Mountain Altai, the South of East Siberia and the Far East is pointing at paleomeridians rotation and rotation of folded regions structural planes in counter-clockwise direction.

During Phanerozoic paleomeridians have turned at 204°, general strikes of folded structures at 201°. Angular velocity of rotation is varied from 0-0,2° in comparatively still stages of tectonical regime to one and more degrees - in orogenic epoches comprising 0,3 degree /m.y. in average. At all stages folded structures have had diagonal orientation (at an angle of 35-54°) versus meridians. Rotation of structures have taken place as if with lag from meridians rotation. At the same time synchronous structures of the studied different spaced regions are striking practically in a similar way that afford to speak of generality of dynamic conditions of their formation. The cited data are evidenced the phenomena of paleomeridians rotation and structural planes rotation are geneticaly related. They can be well explained in terms of geonomic periodicity of global phenomena and concepts disharmonicaly-stratified structure of lithosphere.

КРАВЧИНСКИЙ А.Я., ТВЕРИТИНОВ Ю.И., Восточно-Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья, г. Иркутск, СССР

ВРАЩЕНИЕ ПАЛЕОМЕРИДИАНОВ И ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ПЛАНОВ ЮГА АЗИАТСКОЙ ЧАСТИ СССР

В результате палеомагнитных и структурных исследований Горного Алтая, юга Восточной Сибири и Дальнего Востока получены данные, указывающие на вращение с течением времени палеомеридианов и поворачивание структурных планов складчатых областей в направлении против часовой стрелки. В течение фанерозоя палеомеридианы повернулись на 204°, генеральные простирания складчатых структур -

на 201°. Угловая скорость поворота варьировала от 0-0,2°в стадии относительно спокойного тектонического режима и до одного градуса и более в эпохи орогенеза, составляя в среднем 0,30 град/млн.лет. На всех этапах складчатые структуры были ориентированы диагонально (под углом 35-54°) по отношению к меридианам. Поворачивание структур происходило как бы с отставанием от вращения меридианов. Вместе с тем синхронные структуры изученных разноудаленных областей простираются практически одинаково, что позволяет говорить об общности динамических условий их формирования. Приведенные данные свидетельствуют о том, что явления вращения палеомеридианов и поворачивания структурных планов генетически взаимосвязаны. Они удовлетворительно объясняются с позиций геономической периодизации глобальных явлений и представлений о послойно-дисгармоничном строении литосферы.

KREMENETSKY A.A., Institute of Mineralogy, Geochemistry and Crystallochemistry of Rare Elements of the USSR Academy of Sciences and Ministry of Geology, Moscow; BOREVSKY L.V., All-Union Research Institute of Hydrogeology and Engineering Geology of the USSR Ministry of Geology, Moscow, USSR

THE NATURE OF BASEMENT DEEP PARTS HETEROGENEITIES OF THE EASTERN EUROPENIAN PLATFORM

The Kola Peninsula super deep borehole (CG-3) has met discompressed basic rocks PR instead of expected "granitic" layer (4,5-6,8 km) ; these rocks differ from higher encountered ones by increasing of porosity (2-3 times) and fissuring (10-20 times) and by arising of anisotropic elastic properties and also by appearing of free H_2O. Exploration of the Proterozoic section of the borehole CG-3 (0-6,8 km) has shown that discompressing zones are result of geodynamic development of riftogenic structures which includes 2 tectono-magmatic cycles and corresponding to them 2 stages of metamorphism with different nature of P and T. The rock metamorphism of the 1-st cycle (4,5-6,8 km) is caused by local increase of T due to overlapping them by thick (2 km) covers of tholeiites of the 2-nd cycle with simultaneous submerging into the Archean basement. Rise of T in the closed system was responsible for increasing of P according to the principle of autoclave effect with discharge of considerable volume (6 - 7 vol.%) of synmetamorphogenic fluid, enriched in Cl, J, Br, Sr and K, the latter leads to formation of microhydrofractures and partial dissolving of the rock-forming minerals (hydrogenic discompressing) in the metamorphozed at insufficient geostatic P. Increasing of rock

emptiness causes considerable decrease of V_p and directivity of forming fissures does anisotropy of elastic and thermophysics properties. The generalized section of the continental crust has been made on the basis of deep and superdeep boreholes data and interpretation of deep seismic zondage (N.I.Pavlenkova). The section revealed relatively homogeneous andesite-dacitic composition of the crust through its whole thickness. Increasing of V_p with depth is due to recompressing of the rocks alongside with P rise (from 5,5 km/sec at P=0,001 kbar up to 7,0 at 10 kbar) but not by change of their composition.

КРЕМЕНЕЦКИЙ А.А., Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов Академии наук СССР и Мингео СССР, г.Москва;
БОРЕВСКИЙ Л.В., Всесоюзный научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии Мингео СССР, г.Москва, СССР

ПРИРОДА ГЛУБИННЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ ФУНДАМЕНТА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Кольская сверхглубокая скважина (СГ-3) вместо ожидаемого "гранитного" слоя (4,5-6,8 км) вскрыла разуплотненные основные породы PR, отличающиеся от вышезалегающих увеличенными пористостью (в 2-3 раза) и трещиноватостью (в 10-20 раз), а также возникновением анизотропии упругих свойств и появлением свободной H_2O. Изучение протерозойского разреза СГ-3 (0-6,8 км) показало, что зоны разуплотнения являются следствием геодинамического развития рифтогенных структур, включающего 2 тектоно-магматических цикла и соответствующих им 2 этапа метаморфизма с различной природой P и T. Метаморфизм пород I цикла (4,5-6,8 км) вызван локальным повышением T за счет перекрытия их мощными (2 км) покровами толеитов II цикла с одновременным погружением в архейский фундамент. Повышение T в закрытой системе вызвало увеличение P по принципу автоклавного эффекта с выделением значительного (6-7 об.%) объема синметаморфогенного флюида, обогащенного Cℓ, J, Br, Sr и K; последний при недостаточном геостатическом P приводит к возникновению в метаморфизуемых породах микрогидроразрывов и частичному растворению породообразующих минералов (гидрогенное разуплотнение). Увеличение пустотности пород обуславливает заметное уменьшение V_p, а направленная ориентированность возникающих трещин – анизотропию упругих и теплофизических свойств. По данным глубоких и сверхглубоких скважин и интерпретации ГСЗ (Н.И.Павленкова) построен сводный разрез континентальной коры, выявивший ее относительно однородный андезит-дацитовый состав на всю мощность. Увеличение V_p с глубиной определяется переуплотнением пород с ростом P (от 5,5 км/с при P=0,001 кбар до 7,0 при 10 кбар), а не изменением их состава.

KRYLOV S.V., MISHENKIN B.P., Institute of Geology and Geophysics of the Sibirian Branch of the USSR Academy of Sciences, Novosibirsk, USSR

DEEP STRUCTURE OF THE BAIKAL REGION FROM SEISMIC DATA

The Earth crust and mantle in the Baikal rift zone, folded areas of Zabaikalie and in the south of the Siberian platform were characterized from results of the deep seismic sounding (the DSS) and seismology. Deep features of the neotectonic activized zone were revealed.

The Earth crust in the rift zone according to the DSS data differs from the neighbouring regions by greater changes in thickness (34-55 km) especially of its crystalline part (28-55 km). Minimal and the most variable values prevail at the zone centre (Baikal lake); with higher ones being on its flanks. A low-velocity layer (with a longitudinal wave velocity reduction by 0,2-0,3 km/sec) was detected in the rift zone at a depth of 12-17 km. It has complex structure and interrupted spreading in correlation with neotectonic structures.

From the DSS and local earthquake data the uppermost mantle in the zone of neotectonic activization has anomalously low velocity of longitudinal and shear waves (7.75 and 4.3 km/sec) in the layer with an average thickness of 20 km. This layer mapped on the area of 350.000 sq.km becomes thicker under the rift valley and is limited nearly vertically by the Siberian platform lithosphere. It wedges out to the south- west and may be connected with the mantle low-velocity layer of Gutenberg.

From teleseismic wave data the deep parts of the upper mantle in the activized zone have lower (by no more than 0,1 km/sec) longitudinal velocity. The possible contours of the low-velocity zone include a vertical channel up to the Earth core and a horizontal branch towards the South Japan Islands at a level of a thousand kilometers.

КРЫЛОВ С.В., МИШЕНЬКИН Б.П., Институт геологии и геофизики Сибирского отделения Академии наук СССР, г.Новосибирск, СССР

ГЛУБИННАЯ СТРУКТУРА БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА ПО СЕЙСМИЧЕСКИМ ДАННЫМ

По результатам глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ) и сейсмологии землетрясений охарактеризованы кора и мантия Земли в Байкальской рифтовой зоне, складчатых областях Забайкалья и на юге Сибирской платформы. Выявлены глубинные особенности, свойственные зоне неотектонической активизации.

Земная кора по данным ГСЗ в рифтовой зоне отличается от соседних районов большой изменчивостью мощности (34-55 км), особенно ее кристаллической части (28-55 км). Минимальные и наиболее изменчивые значения преобладают в центре зоны (оз.Байкал), повышенные - на ее флангах. В рифтовой зоне на глубинах I2-I7 км выявлен волновод с уменьшением скорости продольных волн на 0,2-0,3 км/с, имеющий сложное строение и прерывистое распространение, коррелирующееся с неотектоническими структурами.

Верхи мантии в зоне неотектонической активизации, по данным ГСЗ и сейсмологии местных землетрясений, имеют аномально низкую скорость распространения продольных и поперечных волн (7,75 и 4,3 км/с) в слое со средней мощностью 20 км. Этот слой, закартированный на площади 350 тыс. км^2, утолщен под рифтовыми впадинами, круто ограничен со стороны Сибирской платформы, выклинивается в юго-восточном направлении и, возможно, сообщается с мантийным волноводом Гутенберга.

Глубокие части мантии по результатам телесейсмического просвечивания в активизированной зоне характеризуются пониженной, не более чем на 0,I км/с, скоростью распространения продольных волн. Вероятный контур области с пониженной скоростью включает вертикальный канал до ядра Земли и горизонтальное ответвление в сторону юга Японских островов на уровне I тыс.км.

KUCHAY V.K., Institute of Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Novosibirsk, USSR

A STATISTICO-GEODYNAMICAL METHOD FOR PROGNOSIS OF EARTHQUAKE SITES

The structural elements of the nearsurface sections of the earth crust are only indirectly dependent upon the deep processes associated with earthquakes, so the connection between the earthquakes and the nearsurface structures is statistical. On the other hand, similar morphological structural elements can be created with the help of different types of tectonical forces. Therefore the geological criteria of earthquake prediction in different geodynamical conditions will differ. Statistical selection of geologico-geophysical signs in the certain geodynamical conditions is the basis of the statistico-geodynamical method of seismic prognosis. Its application to the orogenesis regions developed by a horizontal pressure shows that strong earthquakes take place in the active interior zones on the contacts of squeezed blocks. The contacts themselves are defined by anomalous high gradients of a stressed mantle surface depth - grad T_o. The field

of grad T_o is a small scale criterium for prediction of strong earthquakes sites.
Strong earthquakes inside the zones with great value of grad T_o occure in two ways: a) in orogenesis uplifts - inside ramps and b) - in tectonic depressions - in the interdepression uplifts and near faults which separate tectonic depression and uplifts.
Strong events in different sections of the mentioned-above structures occure with different probabilities: probability is decreased when the distances from fault or hinge of interdepression uplifts are increased.
The gauge fault zones and incometent rocks are unfavourable for the occurrence of earthquakes (especially strong ones) because of impossibility of elastic energy accumulation in such a medium.
Small events are not controlled by the orogenesis structures, and they are considered as cracking of the crust in the process of its deformation.

КУЧАЙ В.К., Институт геологии и геофизики СО АН СССР, г.Новосибирск, СССР

СТАТИСТИКО-ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ МЕСТА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Структурные элементы приповерхностных частей земной коры лишь косвенно отражают глубинные процессы, с которыми связаны землетрясения, поэтому приуроченность землетрясений к приповерхностным структурам носит вероятностный характер. С другой стороны, морфологически однотипные структурные элементы могут быть созданы при совершенно различных способах приложения тектонических сил. В силу этого геологические критерии сейсмического прогноза, пригодные для одних геодинамических условий, будут неприемлемы в других геологических обстановках. Статистический отбор геолого-геофизических признаков в фиксированной геодинамической обстановке - основа статистико-геодинамического метода. Его применение для орогенов в условиях сжатия показало, что сильные землетрясения возникают на контактах вдавленных и выдавленных блоков в узких областях зонной орогенной переработки литосферы. Сами контакты характеризуются высокими значениями градиентов глубин поверхности напряженной мантии ($grad T_o$). Поле $grad T_o$ - мелкомасштабный критерий прогноза места землетрясений.
Внутри зоны с высокими значениями $grad T_o$ сильные землетрясения возникают: а)в орогенных поднятиях - внутри рампов; б) в тектонических депрессиях - во.внутривпадинных поднятиях и вблизи разрывных ограничений тектонических депрессий и поднятий. В различных частях перечисленных структур сильные события происходят с различной вероятностью: вероятность уменьшается по мере удаления от разрывных контактов структур и замков внутридепрессионных поднятий.

Для возникновения землетрясений (особенно сильных) неблагоприятны непосредственно зоны дробления разломов и пачки некомпетентных малопрочных пород. Это вызвано невозможностью накопления больших плотностей упругой энергии в разупрочненных и малопрочных породах. Слабые землетрясения не обнаруживают контроль со стороны современной орогенной структуры и их можно рассматривать как массовый треск разрушения горных масс в процессе их деформаций.

LANDER A.V., LEVSHIN A.L., RATNIKOVA L.I., YAKOBSON A.N., Institute of Physics of the Earth of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

REGULARITIES OF THE CRUSTAL STRUCTURE OF NORTHERN EURASIA AS INFERRED FROM SURFACE WAVE DATA

Surface wave data provided by the seismological network may produce useful reconaissance information concerning crustal and upper mantle structure for not easily accessible regions of Northern Eurasia and its polar shelf. Recently Rayleigh wave dispersion for periods between 5 and 40 sec has been analysed to get average crustal hear velocity - depth profiles for such regions as the Baltic shield, the Barents sea shelf, Chersky and Verkhoyansky ridges.

Extended zones of a low velocity upper crust are found in southern and eastern parts of the Barents sea. The comparatively low upper mantle velocities are confirmed for the north-eastern part of the Russian plate. The prolongated zone of thin crust and low upper mantle velocities in Eastern Siberia is discovered by anomalies of surface wave dispersion and polarization. This zone is closely related to so called Momsky rift in Chersky ridge.

ЛАНДЕР А.В., ЛЕВШИН А.Л., РАТНИКОВА Л.И., ЯКОБСОН А.Н., Институт физики Земли АН СССР, г.Москва, СССР

ОСОБЕННОСТИ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ СЕВЕРА ЕВРАЗИИ ПО ДАННЫМ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН

Анализ поверхностных волн, стандартно регистрируемых сейсмологической сетью, позволяет получить важную рекогносцировочную информацию о глубинном строении труднодоступных районов севера Евразии и прилегающего шельфа. За последние годы по наблюдениям дисперсии волн Рэлея с периодами 5-40с. получены осредненные модели земной коры (по скорости поперечных волн) для северо-западной части Балтийского щита, северо-восточной части Русской плиты, шельфа Баренцова моря,

хребта Черского и Верхоянского хребта. Выявлены обширные области с низкоскоростной корой в южной и восточной частях Баренцова моря, понижение скорости в верхней части мантии северо-востока Европы. По аномалиям дисперсии и поляризации намечена протяженная область с утонченной корой и низкоскоростной мантией, ассоциирующаяся с так называемым Момским рифтом в хребте Черского.

LERNER-LAM A., JORDAN TH.H., Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, California

REGIONAL EARTH STRUCTURE FROM HIGHER-MODE WAVEFORMS

We have developed a technique for the inversion of fundamental and higher-mode waveform data for regional Earth structure. The difference between the cross-correlation functions (ccfs) of a synthetic higher-mode surface wave branch with observed and synthetic data is expressed as a linear functional of a perturbation to the dispersion which in turn, is expressed as a linear functional of perturbations to a reference earth model. The ccfs are windowed in the lag-time domain to reduce contamination by ambient and signal-generated noise. The differential waveforms are inverted for model perturbations, from which new dispersion curves are computed and new synthetics are obtained. The process is iterated until convergence. An orthogonalization procedure is used to desensitize the linear system to differences between the observed and synthetic ccfs which can be explained by frequency-independent perturbations to the excitation of each branch. The procedure may be invoked to invert simultaneously the ccfs from more the one "pure-path"; e.g. continental and oceanic paths. For such an experiment, the reference model is taken to be an average velocity structure below a specified depth d_o; above d_o, the reference model bifurcates into oceanic and continental structures. Perturbations to the reference model are required to have this same structure; only a single radial perturbation is allowed below d_o while above d_o, the continental and oceanic velocity structures are perturbed quasi-independently, subject to a chosen integral constraint on the allowed differences between the paths. The method is applied to seismograms from intermediate and deep-focus events in the Kurils recorded at WWSSN stations on the Baltic Shield and in the southwest Pacific, using a PEM-type parameterization (Dziewonski et al. 1975) for the starting models. This method affords a direct comparison of the upper-mantle structures beneath stable continent and old ocean basin and enables us to estimate the minimum value of d_o consistent with the higher-mode data.

LEVITTE DOV and A. OLSHINA, Geol. Survey Israel, Israel

SUBSURFACE TEMPERATURES AND GRADIENTS IN ISRAEL

Thermal information was gathered from 340 deep wells in Israel. This information was analysed and processed with the aid of computers and an overall picture of Israel's geothermal regime was compiled. Subsurface sections were made at 250 meter intervals and isotherm contour maps and block diagrams were prepared. Although numerous anomalies were evident at any particular level, many of these were dismissed as they did not fit the criteria specified for the definition of a thermal anomaly i.e., a temperature value consistently higher or lower than

surrounding values, restricted to the same general geographic vicinity and consistent with depth. Preference was also given to anomalies which were the result of measurements in a number of wells, as opposed to isolated wells showing anomalous temperatures at specific depths. Two anomalous areas were noted; one in northern Israel and the Jordan valley, and the second on the coastal plain, in the vicinity of Tel Aviv. The first could conceivably be the result of some residual magmatic activity associated with the volcanism of the Rift Valley Margins. The second anomaly is as yet unexplained.

LEVY K.G., LYSAK S.V., Institute of Earth crust of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Irkutsk, USSR

THERMAL EVOLUTION OF LITHOSPHERE

Passive or active state of tectonosphere depends on the thermal regime of Earth interior part which determines the lithosphere-asthenosphere boundary in its section. The depth of this boundary can be estimated from the age of lithosphere, on condition that the growth of its thickness (L) occurs under uniform cooling of lithosphere. This relationship is well indicated L under ancient platforms, but gives a rough approximation in orogenic belts. Different responces of lower parts of lithosphere to the thermal influence of mantle specify it. Thermal stability of lithosphere is determined by the time of its existence and the number of foot displacements in the section of tectonosphere. It is resulted in "squeezing" of easy fusible substance of lithosphere in its upper horizons. Therefore L is better approximated by the function from the heat flow density, indicating the decrease of lithosphere volume in the regions of "hot spots".

At period of thermal activity lithosphere extends, becomes thinner and is filled up by the light differentiates of asthenosphere (A). The thickness A under "hot spots" as well as the velocity of horizontal movements increase. L/A ratio enables to estimate the direction and the velocity of substance diffluence in asthenosphere and the degree of their correlation with horizontal movements in lithosphere. Vertical and horizontal movements are connected with changes of lithosphere thickness $\pm\Delta L$ and L/A ratio.
Hence thermal evolution of lithosphere may be presumed to be one of the basic mechanism of tectogenesis.

ЛЕВИ К.Г., ЛЫСАК С.В., Ин-т земной коры СО АН СССР, г. Иркутск, СССР

ТЕРМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ЛИТОСФЕРЫ

Пассивное или активное состояние тектоносферы обусловлено термическим режимом глубоких недр Земли, определяющим положение границы литосфера-астеносфера в ее разрезе. Глубина этой границы может быть оценена по возрасту литосферы, если наращивание ее мощности L происходит в условиях равномерного охлаждения тектоносферы. Эта зависимость позволяет оценить L под древними платформами, но мало пригодна для орогенных поясов. Обусловлено это различной реакцией низов литосферы на термическое воздействие со стороны мантии.

Термостойкость литосферы определяется длительностью существования и количеством перемещений ее подошвы вверх и вниз в разрезе тектоносферы, которые приводят к "отжиманию" легкоплавкого вещества литосферы в ее верхние горизонты. Поэтому L лучше аппроксимируется функцией от плотности теплового потока, показывающей, что литосфера в районах "горячих пятен" сокращается в объеме.

В периоды термической активности недр литосфера растягивается, утоняется, а высвободившееся пространство заполняется легкими дифференциатами астеносферы (A). Мощность A увеличивается под районами "горячих пятен", возрастает скорость горизонтального перемещения вещества.

Соотношение L и A позволяет судить о направленности и скорости растекания вещества астеносферы и степени согласования с ними горизонтальных движений в литосфере. Показано, что вертикальные и горизонтальные движения связаны с изменением мощности литосферы $\pm\Delta L$ и отношения L/A. Отсюда правомерно предположение, что одним из основных механизмов тектогенеза является термическая эволюция литосферы.

LE ZHUY BHATH, Institute of the Earth Sciences Khanoy, Vietnam

SEISMOGENOUS STRUCTURES OF THE VIETNAM TERRITORY

The Vietnam territory occupies in many aspects transitional position between two worldscale seismic belts - Pacific belt and Hymalaii - Transasia one. During the last 600 years there were fixed numerous earthquakes with different magnitude (M_{max}=6.5) and hypocenter depth (H_{max}=40 km).

Distinct concentration of earthquake epicenters was pictured for several certain zones such as North-Eastern, Shongkhong-Shongthai, Shongdah, Shongmah, Shongkah and Coastal zone of South Vietnam East

for which there were revealed well distance connection with well-known zones of increased tectonic activity occurring along the main structural elements of the Earth crust of the territory in question. The differences in density distribution of hypocenters of the fixed earthquakes of the revealed zones show that for the Vietnam territory the crustal seismic activity is characteristic .
Basing on detail analysis of geologico -geophysical data one can note the lawful connection between the position of hypocenters and tectonic layering of the lithosphere which gives the possibility to assume the existence of subhorizontal seismogenous structures and seismically active mevements of the Earth crust blocks in horizontal direction for this region.
All above mentioned makes possible to look newly on seismicity regionalizing and use the results for structural-geodynamic reconstructions and for mapping of the lithosphere tectonic activity.

LITVINENKO I.V., Leningrad Mining Institute, Geophysical Faculty, Leningrad, USSR

SEISMIC MODELS OF THE EARTH CRUST OF THE BALTIC SHIELD

The layered-block crust structure have been established from the initial deep seismic sounding (DSS) in the Baltic Shield in the 60 s, as well as shallow occurrence of high-velocity gently-dipping seismic boundaries. In the 70 s various seismic investigations in the Shield still went on, resulting in essentially more comprehensive presentation of the consolidated crust complicated structure. A special seismic shooting was effected in the deep drilling locality. The obtained model of the consolidated crust is characterized by abundant inhomogeneities which vary in size and include sudden reductions of velocity are also observed. The model turned out to be much more sophisticated than through before. There were proved two types of variously oriented seismic boundaries, viz. "primary" and "tectonic". The data are obtained for elucidating the origin of gently-dipping interfaces as the third type of boundaries that are commonly recognized in the crust by DSS. These interfaces should be related with some intervals of sections possessing fine and complex seismic structure with high/low-velocity and gradient inhomogeneities.
Geological interpretation of DSS data have changed much although the position of the boundaries proves to be the same. Thick-layer crust models fail to explain the DSS wave fields. Using the above-said real seismic model of the crust we can figure out the effeciency of various seismic methods.

ЛИТВИНЕНКО И.В., Ленинградский горный институт, геофизический факультет, г.Ленинград, СССР

СЕЙСМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЗЕМНОЙ КОРЫ БАЛТИЙСКОГО ЩИТА

При первых глубинных сейсмозондированиях (ГСЗ) на Балтийском щите в шестидесятых годах были выявлены слоисто-блоковое строение коры и неглубокое залегание высокоскоростных пологих сейсмических границ, которые наблюдались и в других регионах. В семидесятых годах на щите продолжались сейсмические исследования различной детальности, в результате чего существенно расширились и углубились представления о сложном строении консолидированной коры. Проведены специализированные работы на участке сверхглубокого бурения по уточнению его сейсмического строения. Полученная модель характеризуется обилием неоднородностей разных масштабов, в том числе с резко пониженной скоростью. Модели оказались значительно сложнее, чем представлялось ранее. Подтверждено существование двух типов различно ориентированных сейсмических границ - "первичных" и "тектонических". Получены важные данные для объяснения природы третьего типа границ - пологих разделов, повсеместно выделяемых в коре при ГСЗ. Эти разделы следует связывать с целыми интервалами разреза, имеющими тонкую и сложную сейсмическую структуру с высокоскоростными, низкоскоростными и градиентными неоднородностями. Геологическая интерпретация данных ГСЗ изменилась. В частности, толстослоистые модели коры оказались непригодными для объяснения волновых полей. Это важно знать, так как сейсмические модели коры определяют возможности различных методов сейсмических исследований щита.

LIU GUODONG, ZHANG MUSHENG, WU QIANFAN, Inst. Geol, State Seismological Bureau, Beijing, China

STRUCTURE OF THE ASTHENOSPHERE IN EASTERN CHINA

Several features of the asthenosphere in regions of Eastern China are revealed by magnetotelluric, heat flow and seismic waves studies; in particular, in the Cenozoic rifting system of the North China plain with strongly tectonically active, both electric and seismic asthenosphere are identical having 50-80 km in depth, which is the shallowest in Eastern China, furthermore, the heat flow values with an average of 1.90 HFU are the highest in same area. However, the asthenosphere is deepened to more than 100 km and heat flow values decreased to about one unit (HFU) in the surrounding mountain regions.

In the Mesozoic rift of Songliao plain with moderately tectonically active, the averago heat flow value is high and the electric asthenosphere

is shallow, while in the stable Yangzi platform in Hunan province the electric asthenosphere is the deepest.
The results suggest that the tectonism, igneous activities and seismisities may be related to the structure of the asthenosphere in Eastern China.

LIU SHOU PENG, Aero-geophysical and Aero-geological Central Division, Ministry of Geology and Mineral Resources,Beijing, China

THE APPLICATION OF GEOPHYSICAL METHODS FOR THE RECONNAISSANCE OF IRON DEPOSITS IN CHINA

China is rich in ironore resources. The ore deposits appear in a number of different genetic types, such as metamorphised sedimentary ore deposits; magmatic ore deposits; contact metasomatic deposits; volcanogenic mineralization-subvolcanogenic mineralization ore deposits and sedimentary deposits. Some of them possess very strong magnetic intensity, while others extremely weak. The dimensions and forms of ore bodies are different.
The reconnaissance geophysical survey for iron deposits have covered more than 70% area of the whole country, with aeromagnetic survey playing a leading role. 3-5 percentages of the magnetic anomalies found are caused by ore deposits, (about half of them are firstly discovered by anomaly-follow-up) 17 kinds of minerals are associated with these iron ores. Geophysical method scored great successes in discovering ore deposits.
This paper summarises experiences and historical courses of finding out these deposits. The author offers an application model of operating methods. The application model explains the relationship between genetic types, sizes and practice of geophysical methods and surveying scales. Typical examples are also provided to show the operational suitability of the application model.

LI YONGAN,GAO ZHENJIA,WANG JINHE Institute of Geology, Xinjiang Geological Bureau, Vietnam

PRELIMINARY PALEOMAGNETIC STUDY OF TARIM LATE-PRECAMBRIAN MASSIF

In recent years Paleomagnetic studies have been carried out in the northern slop of west Kunlun Ranges and in Northern Tianshan, which enable the authors to draw the following Priliminary conclusions:

1. Two polarity events occurred Tarim massif in Late Precambrian between 1900-600 m.y. ago. A polarity reversal occurred in the deposition period of Sixian Bozaktak Formation about 1000 m.y.ago, approximately coincided with "Tieling polarity reversal period". A mixed polarity period is found to exist in the depositional period of Hangerchaol Formation, Late Sinian, about 600 m.y. ago, which is named as the Hangerchask Mixed Polarity Period.

2. The Tarim massif in the Late Precambrian remained in a lower latitude region, approximately 10-25. The movement trend was from low to middle latitude regions. The Sinian glacial activities occurred in the low latitude region.

3. Comparison of paleo-polarity position of Tarim massif with that of the North China massif show wide differences in Changchen and Jixian periods, also a coincidence in the Qinbiakou period.This is taken to indicate that the two massifs were separate until the Wingbaikou Period when they might join.
Wide differences in paleo-polarity positions are also noticed between the tarim massif and the Jiangnan, Kangdian and Siberia massifs in the Sinian time, suggesting that these massifs were separate from each other at the time.

4. Within the Tarim massif occurred only insignificant relative displacement.

5. Based on the studying results of this region, the authors consider it is appropriate to assign the Sinian-Cambrian boundary on the plane of mixed polarity.

LO GIUDICE E., Volc. Inst. C.N.R. Catania; RASA' R., Geol. Inst. Univ. Messina, Italy

THE ROLE OF THE NNW STRUCTURAL TREND IN THE RECENT GEODYNAMIC EVOLUTION OF EASTERN SICILY AND THE LOWER TYRRHENIAN BASIN

The seismic and eruptive events occurring in Eastern Sicily between 1978 and 1981 are analysed with reference to the existant neotectonic structures, beginning with the Gulf of Patti earthquake (1978, Lower Tyrrhenian Basin). From this analysis there emerges the geodynamic consistency of the movements occurring along the NNW and NE trends. In particular, the AA consider that the relation in the Ethean area between these two trends allows a model to be defined for the southern Calabro-Peloritan Arc.

LUBIMOVA E.A., Institute of Physics of the Earth of the USSR Ac.Sci., Moscow, USSR

MANTLE PLUMES IN ARCTIC ON THE BASIS OF HEAT FLOW DATA

The heat flow density over the Arctic Ocean floor are studied from the Pacific to the Atlantic oceans parts. The main structures: Gakkel (Nansen), Lomonosov, Mendeleev, Mohns, Knipovich ridges, Canadian, Makarov, Greenland basins, Novosibirskiy slope et al. are updated by heat flow values.
Tectonic nature of geological structures of the Arctic ocean floor and also the connection between their appearance and mantle plumes coming from the asthenosphere are discussed on the basis of combined interpretation of bathimetry, magnetic anomalies, seismic activity, heat flow data and volcanic activity. At least two mantle plumes seemed to be possible, apparently: the recent one - under the Yermak plate of the Norway-Greenland basin, and more ancient one - in the AmerAsian basin in the area of Lomonosov ridge. The last can be considered as an ancient elevated plateau. The powerful interaction of the asthenosphere matter with the lithosphere takes place apparently because of mantle plumes.

ЛЮБИМОВА Е.А., Институт физики Земли АН СССР, г.Москва, СССР

МАНТИЙНЫЕ ПЛЮМЫ В АРКТИКЕ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ О ТЕПЛОВОМ ПОТОКЕ

Значения теплового потока на дне Арктического океана изучены от Тихоокеанского до Атлантического края. Главные изученные структуры - хребты Гаккеля (Нансена), Ломоносова, Мона, Книповича, Менделеева, бассейны Канадский и Макарова, Новосибирский шельф, Гренландско-Норвежский и др. На основе комплексной интерпретации батиметрических, сейсмических, магнитных данных о тепловом потоке и вулканизме обсуждается тектоническая природа геологических структур дна Арктического океана и их связь с возникновением мантийных струй, идущих из астеносферы. Представляется возможным существование по крайней мере двух мантийных струй недавнего происхождения: под плато Ермак Норвежско-Гренландского бассейна и более древней в области хребта Ломоносова Амеразийского бассейна (происхождение последнего может быть истолковано так же, как процесс высоко поднимающегося плато). Благодаря мантийным струям осуществляется взаимодействие астеносферы с литосферными слоями.

LUBIMOVA E.A., MILANOVSKY S.YU., SMIRNOVA E.V., Institute of Physics of the Earth of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

NEW RESULTS OF DEEP GEOTHERMAL INVESTIGATIONS ON THE BALTIC SHIELD

Considerable progress in the analysis of the structure and development (evolution) of the Earth crust was made using data from the deep boreholes. The study of heat regime of the Pechenga structure of the Baltic shield which started in the prospecting boreholes was considerably developed for the recent years since the study in deep boreholes became possible. The following parameters were analysed along the Pechenga structure cross-section: heat conductivity, thermal gradient and heat flow. An effect of progressive metamorphism and fracturing upon heat conductivity of the crystalline rocks was revealed. An important result of the study is a reliable evidence for the influence of ground waters at the geothermal gradient and heat flow. In the upper part of the section it is a filtration of meteoric water cooling the rocks; down the section it is a heat permeable convection in a fracture-porous zone disturbing the geothermal gradient.

Estimations of a radiogenic crustal heat flow permit to conclude its approximate equality with the mantle heat flow. The prognostic temperature at the Moho boundary in Pechenga region was estimated as $\sim$ 600°C.

The performed investigations revealed good correlation between the processes of heat transfer and the fluid regime of the Earth crust.

ЛЮБИМОВА Е.А., МИЛАНОВСКИЙ С.Ю., СМИРНОВА Е.В., Институт физики Земли Академии наук СССР, г.Москва, СССР

НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ГЛУБИННЫХ ГЕОТЕРМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА БАЛТИЙСКОМ ЩИТЕ

Значительный прогресс в развитии наших представлений о строении и развитии земной коры связан с исследованиями в глубоких скважинах. Изучение теплового режима Печенгской структуры Балтийского щита, начатое в разведочных скважинах, значительно продвинулось в последние годы в связи с возможностью проведения исследований в глубоких скважинах. По разрезу Печенгской структуры были изучены: теплопроводность, геотермический градиент и тепловой поток. Установлено влияние прогрессивного метаморфизма и трещиноватости на теплопроводность пород. Важным результатом является неоспоримое доказательство влияния подземных вод на величину геотермического градиента и тепловой поток. В верхней части разреза это фильтрация метеорных вод, охлаж-

дающих породы, ниже – тепловая проникающая конвекция по трещиновато-пористым зонам, приводящая к искажению геотермического градиента. Оценка радиогенного корового теплового потока приводит к выводу о его примерном равенстве с мантийным тепловым потоком. Прогнозная температура на границе Мохо в районе Печенги составила $\sim 600^{0}$C. Проведенные исследования указывают на тесную связь процессов переноса тепла с флюидным режимом земной коры.

LUGOVENKO V.N., PRONIN V.P., PCHELKIN A.V., Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Wave Propagation of the USSR Academy of Sciences, Troitsk, Moscow Region, USSR

THE STRUCTURE OF THE EARTH CRUST ON THE GRAVITY AND MAGNETIC DATA

The joint correlation is discussed between the anomalous gravitational and magnetic fields, generated by the same source, located within the Earth crust.

The joint interpretation of the magnetic and gravitational anomalies allows to estimate a ratio of superfluous magnetization to superfluous density.

Dependence of horisontal dimensions of gravitational and magnetic anomalies is expressed in terms of variations of their correlation radii. The dependence allows to correlate magnetic and density heterogenities in the Earth crust.

Comparison of magnetic and gravitational fields, generated by the source of the same volume, provides a possibility to reveal clear correlation of the fields and to offer their geologico -geophysical interpretation.

ЛУГОВЕНКО В.Н., ПРОНИН В.П., ПЧЕЛКИН А.В., Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн Академии наук СССР, г. Троицк Московской области, СССР

СТРОЕНИЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ ПО ГРАВИМАГНИТНЫМ ДАННЫМ

Рассматривается совместная корреляция аномальных геофизических полей: магнитного и гравитационного,–связанных с одним источником в земной коре.

Совместная интерпретация гравитационных и магнитных аномалий позволяет оценить отношение избыточной намагниченности к избыточной плотности.

Закономерность изменения горизонтальных размеров магнитных и гравитационных аномалий от высоты съемки выражается изменением радиусов

корреляций этих полей. Выявленные зависимости позволяют проводить корреляцию магнитных и плотностных неоднородностей земной коры. Сопоставление магнитных и гравитационных полей, связанных с источником одного и того же объема, дает возможность находить четкую корреляцию этих полей и давать им совместную геолого-геофизическую интерпретацию.

LUKASHEVICH I.P., SOROCHTIN O.G., P.P.Shirshov Institute of the Oceanology of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

THE NATURE OF THE ATLANTIC OCEAN FLOOR TOPOGRAPHY AND GRAVITATIONAL ANOMALY

Formation of the lithosphere due to the crystallization of partly melted asthenosphere matter and plates separation implies the presence of hydrostatic balance, i.e. gravitational anomaly in free air nearing zero. Intensive positive anomaly, reducing to zero towards I8° N and becoming negative at about I7°N, and the decrease of the ocean depth have been recorded, however, in the northern part of the Mid-Atlantic Ridge. The observed deviation of the real ocean floor relief from the theoretical normal profile of mid-ocean ridges and the character of gravitational anomaly typical for the North Atlantic are interpreted by the authors as the effect of the uprising mantle flow forces applied to the lithosphere in this region. Nine profiles which cover the Mid-Atlantic Ridge from 46°N to I6°N were analysed. According to the crystallization model of the oceanic lithosphere formation, the depth of the ridge slopes dip obeys the law $a\sqrt{t}$, where "t" - the lithosphere age and "a" - the profile bathimetric parameters. Bathimetric parameters have been estimated for each of the profiles. It has been shown that they reliably change their values twice, remaining constant in the intervals 0-20 Ma, 20-60 Ma and beyond 60 Ma, and vary with the profiles. Analysis of the P-T conditions at the lithosphere bottom suggests gradational transition from the plagioclase to spinel and to garnet facies of lherzolite. Gravitational anomalies in free air above these profiles were similarly procedured. The data received allowed to determine the bathimetric parameters of a normal profile which reflect the conditions of a hydrostatic balance. Using these data, dynamic gravitational anomaly related to the ocean floor deviation from the isostatic balance level was evaluated for each of the profiles. Remnent anomaly was evaluated with the account of additional heating and melting of the asthenosphere due to the matter flow under the ridge from north to south. This anomaly is in fact a negative

gravitational field, the configuration of which agrees with the suggested character of the gravitational field above the uprising matter flow centered around Iceland.

ЛУКАШЕВИЧ И.П., СОРОХТИН О.Г., Институт океанологии им. П.П.Ширшова Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ПРИРОДА ТОПОГРАФИИ ДНА И ГРАВИТАЦИОННОЙ АНОМАЛИИ СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ

Формирование океанической литосферы за счет кристаллизации частично расплавленного вещества астеносферы и раздвижения плит предполагает наличие гидростатического равновесия, т.е. близкой к нулю гравитационной аномалии в свободном воздухе. Однако в северной части Срединно-Атлантического хребта наблюдаются большая положительная аномалия, которая убывает до нуля к 18° с.ш. и становится отрицательной около 17° с.ш., и уменьшение глубины океана. Отклонение реального рельефа от предполагаемого нормального профиля срединно-океанических хребтов и характер гравитационной аномалии в Северной Атлантике интерпретируются нами как эффект динамического воздействия восходящего мантийного потока на литосферную оболочку этого региона. Исследованы девять профилей, пересекающих Срединно-Атлантический хребет от 46° с.ш. до 16° с.ш. Согласно кристаллизационной модели образования океанической литосферы, глубина погружения склонов хребта подчиняется закону $a\sqrt{t}$, где t - возраст литосферы и коэффициент; a - батиметрическая характеристика профиля. Для каждого профиля посчитаны батиметрические характеристики и показано, что величина их дважды достоверно меняет свое значение, оставаясь постоянной в промежутках 0-20 млн. лет, 20-60 млн. лет и более 60 млн. лет, и изменяется от профиля к профилю. P-T условия на подошве литосферы позволяют предположить последовательные переходы от плагиоклазовой к шпинелевой и гранатовой фациям лерцолита. Аналогично обработаны гравитационные аномалии в свободном воздухе над этими профилями. Проведенный анализ позволил определить батиметрические характеристики нормального профиля, находящегося в состоянии гидростатического равновесия. Располагая этими характеристиками, для каждого профиля была рассчитана динамическая гравитационная аномалия, связанная с отклонением дна океана от уровня изостатического равновесия. Остаточная аномалия, построенная с учетом дополнительного разогрева и расплавления астеносферы за счет перетекания вещества под хребтом с севера на юг, представляет собой отрицательное гравитационное поле, конфигурация которого соответствует представлению о характере гравитационного поля над восходящим потоком с центром в районе Исландии.

LYAKHOVITSKY F.M., Moscow State University, Geological Faculty, Moscow, USSR

PROBLEMS OF SEISMIC STUDY OF HETEROGENEOUS GEOLOGICAL MEDIA

The object of research in oil, gas, water and coal deposits are multicomponent heterogeneous geological media (HGM): porous saturated rocks and thin-layered sections. The integral elastic properties of the medium are determined by seismic studies of HGM, when the wave length λ is $\lambda \gg d$, where d is the characteristic size of component (diameter of the pore, grain, or thickness of layer). The parameters determining the properties of the components themselves are called local. The integral characteristics are in complex dependence on local and on structural parameters of HGM (porosity, permeability). The integral elastic parameters can reach beyond the range of changes of local elastic parameters (super-high and super-low values). The direct seismic HGM problem is to determine the integral characteristics by the local ones. The reverse seismic HGM problem is to determine the local elastic characteristics and structural parameters from integral seismic characteristics. The composition and properties of HGM can be predicted on the basis of solution of the reverse problem. The models of Frenkel-Biot and Riznichenko-Postma are discussed. They allow to solve direct seismic HGM problems for the two most important types of media: porous rocks and thin-layered sections. An analysis is given of the possibilities for the solution of the reverse seismic HGM problem. The possibilities are shown for evaluation of relations between local Poisson's ratios in thin-layered media from the character of anisotropy of integral velocities of quasi-longitudinal waves. For porous saturated media of the sandstone type an algorithm is suggested for the purpose of evaluation of compressibility of pore-filling fluid from the known values of porosity, local characteristics of the solid component and integral velocities v_p and v_s.

ЛЯХОВИЦКИЙ Ф.М., Московский государственный университет, геолфак, г. Москва, СССР

ЗАДАЧИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГЕТЕРОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД

На месторождениях нефти, газа, воды, угля объектом исследований являются многокомпонентные гетерогенные геологические среды (ГГС): пористые насыщенные породы и тонкослоистые толщи. При сейсмических исследованиях ГГС, когда длина волны $\lambda \gg d$, где d -характерный

размер компоненты (диаметр поры, зерна или мощность слоя), определяются интегральные упругие характеристики среды. В отличие от них параметры, определяющие свойства самих компонент, мы называем локальными. Интегральные характеристики сложным образом зависят от локальных и от структурных параметров ПТС (пористость, проницаемость). Интегральные упругие параметры могут выходить за пределы изменения локальных упругих параметров (сверхбольшие или сверхмалые значения). Прямая задача сейсмики ПТС - определение интегральных характеристик по локальным. Обратная задача сейсмики ПТС заключается в определении локальных упругих характеристик и структурных параметров по интегральным сейсмическим характеристикам. На основе решения обратной задачи можно прогнозировать состав и свойства ПТС. Рассматриваются модели Френкеля-Био и Ризниченко-Постма, позволяющие решать прямые задачи сейсмики ПТС для двух важнейших типов сред: пористых пород и тонкослоистых толщ. Анализируются возможности решения обратной задачи сейсмики ПТС. Для тонкослоистых сред показаны возможности оценки отношений локальных коэффициентов Пуассона по характеру анизотропии интегральных скоростей квазипродольных волн. Для пористых насыщенных сред типа песчаников предложен алгоритм оценки сжимаемости порозаполнителя по известным значениям пористости локальных характеристик твердой компоненты и интегральных скоростей v_p и v_s .

MACDONALD K.C., SEMPERE J.Chr., Department of Geological Sciences and Marine Science Institute, University of California, Santa Barbara; FOX P.J., Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island, Narragansett, Rhode Island , USA

THE EAST PACIFIC RISE: THE ALONG-STRIKE CONTINUITY OF THE AXIAL NEOVOLCANIC ZONE AND THE STRUCTURE AND EVOLUTION OF OVERLAPPING SPREADING CENTERS

We have surveyed the East Pacific Rise (EPR) from 8°20'N to I8°30'N, obtaining complete coverage of the EPR neovolcanic zone and all intervening transform faults. The neovolcanic zone is remarkably narrow and continuous along strike and consists of en echelon axial volcanoes which are I to 3 km wide and up to 50 to I00 km long. At rise/transform intersections the neovolcanic zone rotates sharply nearly 70° and spills over into the transform valley a significant distance. Numerous over and spills over into the transform valley a significant distance. Numerous overlapping spreading centers (OSC's) offset the EPR I to I8 km. In contrast with a classic ridge/transform/ridge plate boundary, however, offset rise terminations overlap each other by a distance approximately three times greater than the offset. They curve toward each other, and often one merges

into the other along strike. Separating the OSC's is an elliptical, closed controur depression or overlap basin up to 700 m deep whose long axis is subparallel to the adjacent spreading centers. There are no transform fault structures in the overlap basin linking the offset rise axes. Transform faults fail to develop on fast spreading centers where the lateral offsets are small (20 km) because the lithosphere is too thin and weak to maintain a classic rigid plate ridge/transform fault pattern. There is excellent agreement between the observed structure of OSC's and laboratory studies of OSC's using wax models, photoelastic studies of overlapping cracks, and finite element modeling of overlapping cracks. Seismic refraction and reflection near two OSC's suggests that large offset OSC's (6 km) have separate magma chambers beneath the offset rise axes, while small offset OSC's (6 km) may share a single axial magma chamber. Three-dimensional inversion of magnetic anomalies suggests that significant petrologic anomalies may occur near some OSC tips. Waxing and waning of overlapping magma chambers may give rise to the eruption of highly fractionated FETi basalts.

MAKAROV V.I., Geological Institute of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

ACTIVE DEEP-SEATED DEFORMATIONS AND SEISMICITY OF THE LITHOSPHERE OF NEOTECTONIC MOBILE BELTS

Lithosphere plates and blocks interaction and processes of structure and substance reform are different in different segments of the belts and in different layers of the lithosphere. It leads to structure-dynamic disharmony and autonomy of different layers and to its layer-block structure. It is possible that active deep-seated deformation are concentrated mainly in one or some more deep layers without direct manifestation in nearsurface horizons (consealed structure). In other cases nearsurface layers are also enveloped in such deformation.

Seismicity, geophysical anomalies and some perturbation of the main features of neotectonic and recent nearsurface structures manifest consealed active deformations. Among them there are some lineaments nonexplainable from the view-point of nearsurface geological structure.

Active deep-seated deformations of different layers are often discordant to each other and to the main features of nearsurface structure mapped. Being reflected in some or other way on the earth surface they controll intercrossing pattern of its structure. The simultaneous development of tectonic features of several directions of

stretching is the base of such pattern. But activity and kind of tectonic movements and deformations as well as other processes reasoned by them vary along the stretches, downward the section of the lithosphere and in the time.

Active deep-seated deformations are followed by changing of some physical characteristics connected with different changing of condition of the rocks: condensation, break deconsolidation, heating and melting and decondensation and so on. Intensity and contrast of geophysical anomalies show intensity and largeness of deep-seated deformations and other processes.

Active deep-seated deformations reason the origination of seismogenetic deep structures, including those discordant to the main features of nearsurface structures and also nearhorizontal disruptions (decollement horizons) between disharmonly developing layers. The study of consealed active deformations of the lithosphere allows to resolve in nontraditional ways some problems of tectonic and geodynamics, seismicity forecasting and searching for deep-seated zones.

МАКАРОВ В.И., Геологический институт Академии наук СССР, г.Москва, СССР

АКТИВНЫЕ ГЛУБИННЫЕ ДЕФОРМАЦИИ И СЕЙСМИЧНОСТЬ ЛИТОСФЕРЫ НОВЕЙШИХ ПОДВИЖНЫХ ПОЯСОВ

Взаимодействие литосферных плит и блоков и процессы структурного и вещественного преобразования в разных сегментах и на разных глубинных уровнях литосферы новейших подвижных поясов реализуется по-разному. Это приводит к структурно-динамической дисгармонии и автономии развития разных слоев литосферы и в целом к ее слоисто-блоковой структуре. Активные деформации, происходящие в глубинах литосферы, могут быть сосредоточены в одном или нескольких ее слоях, не достигая приповерхностных горизонтов (структуры скрытого типа), или распространяться непосредственно до земной поверхности.

Проявлениями скрытых активных глубинных деформаций являются сейсмические явления, некоторые геофизические аномалии, а также возмущения новейшего и современного плана приповерхностных структур, в том числе некоторые протяженные линеаменты, плохо или вовсе необъяснимые с позиций известных на поверхности геологических структур.

Активные глубинные деформации разных глубин заложения нередко несогласны друг относительно друга и относительно картируемых на поверхности слоев. Отражаясь в той или иной мере и форме на земной поверхности, они в значительной мере определяют характерный перекрестный рисунок ее структурного плана. Основой его является одновременное развитие форм разных направлений. Но по простиранию, в разрезе литосферы и во времени активность и тип тектонических движений и деформаций, а также связанных с ними процессов и явлений непостоянны.

Активные глубинные деформации сопровождаются изменениями физических характеристик, отражающими различные изменения состояния среды: уплотнение, дислокационное разупрочнение, разогрев, частичное плавление и разуплотнение и др. Интенсивность и контрастность геофизических аномалий указывают на интенсивность и масштабность глубинных деформаций и других процессов.

Активным глубинным деформациям принадлежит большая роль в формировании сейсмогенных глубинных структур, в том числе несогласных относительно генеральных направлений приповерхностных структур, а также субгоризонтальных срывов, возникающих между дисгармонично развивающимися слоями литосферы и указывающих на ее тектоническую расслоенность. Изучение скрытых активных деформаций литосферы позволяет нетрадиционно решать ряд вопросов поиска глубинных зон эндогенной минерализации и долговременного прогноза сейсмической опасности.

MALYSHEV YU.F., ROMANOVSKY N.P., BRYANSKY L.I., KARSAKOV L.P., LOITER P.P., PETRISHCHEVSKY A.M., PODGORNY V.Ya., Institute of Tectonics and Geophysics of the Far East Scienctific Centre of the USSR Academy of Sciences, Khabarovsk, USSR

TECTONIC NATURE OF THE FAR EAST GRAVITATIONAL AND MAGNETIC FIELDS

Study of gravitational and magnetic fields: regionalization, transformation (averaging, space-spectral analysis) and depth-to-source computation has devided the territory of the Far East into two large geoblocks - Continental (CG) and Transitional one (TG). The boundary between these geoblocks is marked by high gravity gradient, controlled by volcanic belts (Okhotsk-Chukotka, Bureya) and median masses (Bureya, Okhotsk, Omolonsk, etc.).

CG is characterized by coincidense of regional gravity and magnetic anomalies, better preservation of Precambrian blocks, wide-spread occurrence of Mesozoic granitoid tectono-magmatic activization. TG is distinguished by frequent uncoincidense of anomalies contours, intensive reconstruction of blocks, domination of Cenozoic basalt activization. Density and magnetic deep models of geoblocks, models of tectonic elements (median masses, geosyncline-folded systems, etc.) and these one of special ore-magmatic, based on magnetic, gravity and petrophysical data, are constructed.

Our studies have shown, that tectonic nature of gravity and magnetic anomalies in CG is mainly connected with its interior evolution and relationship with adjacent structural elements of TG, and in TG - with active influence of deep tectonic processes of conjugated Pacific areas.

МАЛЫШЕВ Ю.Ф., РОМАНОВСКИЙ Н.П., БРЯНСКИЙ Л.И., КАРСАКОВ Л.П., ЛОЙТЕР П.П., ПЕТРИЩЕВСКИЙ А.М., ПОДГОРНЫЙ В.Я., Институт тектоники и геофизики ДВНЦ Академии наук СССР, г.Хабаровск, СССР

ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ГРАВИТАЦИОННЫХ И МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Изучение гравитационных и магнитных полей: районирование, преобразование (осреднение, пространственный спектральный анализ) и расчеты глубин источников, позволило разделить территорию Дальнего Востока на два крупных геоблока - континентальный (КГ) и переходный (ПГ). Граница между геоблоками отмечается интенсивной гравитационной ступенью контролируется вулканическими поясами (Охотско-Чукотский, Буреинский), примыканием к ней срединных массивов (Буреинский, Охотский, Омолонский и др.).

КГ характеризуется близостью контуров региональных гравитационных и магнитных аномалий, лучшей сохранностью докембрийских блоков, широким развитием гранитоидной мезозойской тектоно-магматической активизации.

ПГ отличается частым несовпадением контуров аномалий, интенсивной глубинной переработкой блоков, преобладанием базальтоидной кайнозойской активизации.

Построены глубинные плотностные и магнитные модели геоблоков, модели слагающих их тектонических элементов (срединных массивов, геосинклинально-складчатых систем и т.д.) и специализированные модели рудно-магматических систем, основанные на магнитных, гравитационных и петрофизических данных.

Показано, что тектоническая природа гравитационных и магнитных аномалий КГ связана главным образом с внутренним его развитием и взаимодействием с соседними структурными элементами ПГ, а в ПГ - с активным влиянием глубинных тектонических процессов прилегающих областей Тихого океана.

MALOVITSKY Ya.P., SEMYONOV A.V., All-Union Marine Scientific and Technical Geologo-geophysical Oil and Gas Prospecting Association "Soyuzmorgeo", Murmansk, USSR

COMBINATION OF GEOPHYSICAL METHODS IN INVESTIGATING OF LATERAL HETEROGENEITIES OF THE UPPER MANTLE

While investigating the upper mantle, its heterogeneity and close relation to peculiarities of the Earth crust structure were established. Heterogeneities of the upper mantle are expressed in presence of the transition zone between the crust and the mantle, decrease of density of the mantle in fracture zones or areas of sudden thinning of the crust and appearance of low velocity and high conductivity layers at various depthes. It is also noted that heterogeneiti-

es of the upper mantle reflect the configuration of its surface. Thus, the results of magnetotelluric sounding in the North-Caspian depression indicate that a conductive layer of the mantle in the Aktjubinsk Ural is 215 km deep, in the zone of Aralsorsky gravity maximum-130 km and in the zone of Hobdinsky maximum-90 km deep (both maximums indicate the most uplifted parts of the upper mantle). The same may be observed in the South-Caspian depression and other areas. But a question of principle-if such a behaviour of the upper mantle is a result of peculiarities of evolution of the Earth crust or it is a cause of them-is still to be solved. Its solution has a great practical value as it will help to define a mechanism of formation of many sedimentary basins in the World Ocean, enclosing the largest accumulations of oil and gas. Thus, we can make the following conclusions:investigation of the structure of oil- and gas-bearing sedimentary basins and the upper mantle should be conducted simultaneously; it is necessary to use a complex of geophysical methods to study the upper mantle structure, the main of which are:deep seismic sounding, technique ofconverted waves, generated by earthquakes and magnetotelluric deep sounding. It seems to be necessary to work out an integrated technological complex for solution of the above problems.

МАЛОВИЦКИЙ Я.П., СЕМЕНОВ А.В., Всесоюзное морское научно-производственное геолого-геофизическое объединение по разведке нефти и газа "Союзморгео", г.Мурманск, СССР

О КОМПЛЕКСИРОВАНИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЛАТЕРАЛЬНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ ВЕРХНЕЙ МАНТИИ

При изучении верхней мантии установлены ее неоднородность и тесная связь с особенностями строения земной коры. Неоднородности верхней мантии выражаются в наличии зоны перехода между корой и мантией, "разуплотнении" мантии в зонах разрыва или резкого утонения коры и появлении на различных глубинах низкоскоростных и высокопроводящих горизонтов.Отмечено также,что латеральные неоднородности верхней мантии в первом приближении повторяют конфигурацию ее поверхности. Например,в Прикаспийской впадине магнитно-теллурическим зондированием установлено,что проводящий горизонт в мантии в Актюбинском Приуралье залегает на глубине 215 км,в зоне Аралсорского гравитационного максимума - на глубине 130 км и в зоне Хобдинского максимума - на глубине 90 км (оба максимума фиксируют наиболее приподнятые участки верхней мантии).Подобная ситуация наблюдается в Южно-Каспийской впадине и других районах.Но принципиальный вопрос: является ли такое поведение латеральных неоднородностей верхней мантии следствием особенностей развития земной коры или же служит их причиной,-до

сих пор окончательно не решен. Решение его имеет большое практическое значение, так как позволит расшифровать механизм образования многих осадочных бассейнов Мирового океана, вмещающих крупнейшие скопления нефти и газа. Отсюда следуют три важных методических вывода :
-изучение строения нефтегазоносных осадочных бассейнов и верхней мантии необходимо вести одновременно;
-изучение верхней мантии следует вести единым комплексом геофизических методов, включающим глубинные сейсмические и магнитно-теллурические зондирования, а также методику обменных волн от землетрясений;
-становится актуальным вопрос о создании единого технологического комплекса для решения указанных задач.

MARTINI, Marino, and GIANNINI, Luciano, Dept.Earth Sciences
CELLINI LEGITTIMO, Paola, Dept. Pharmaceutical Sciences
PICCARDI, Giovanni, Institute Analytical Chemistry University of Florence, Italy

CHEMICAL EVOLUTION OF SURFACE PHENOMENA IN PRE-ERUPTIVE STAGES OF VOLCANIC ACTIVITY

The activity of volcanic systems can be roughly described by the intensity of the phenomena affecting the surface environment, so that it is easy to distinguish explosive, effusive or fumarolic stages in opposition to a dormant stage, during which no apparent activity can be noticed. Explosions and lava flows represent the strongest surface manifestations, corresponding to the highest levels of energy output, but an important contribution of gaseous species to the atmosphere is provided by the quiet fumarolic activity as well, both in pre-eruptive and post-eruptive stages. The chemical nature of the components of fumarolic fumes, however, is subject to significant changes, in connection with the degassing stages of the magmatic body.
The study of the chemical composition of fumaroles is the only tool which allows us to receive direct information about the deep system, even if some change could have occurred during the ascent of fluids towards the surface. Atmospheric gases and phreatic waters can affect to a certain extent the original composition, which can be also modified by reaction with the solidified products of previous magmatic activity, but in spite of this it is often possible to detect the fundamental characters related to the composition of magmas and to degassing temperatures and pressures.

Single observations cannot normally provide sufficient information, while systematic analyses at a given system can offer a sufficient evidence whether the resulting chemical trend is characteristic of increasing or decreasing temperature, that is of a pre-eruptive or of a post-eruptive stage. Our attention is here focussed on those peculiarities which are referred to a pre-eruptive stage, because of their implication for the assessment of volcanic hazard and for the mitigation of volcanic disasters.
The data obtained during the systematic surveillance carried out at Vulcano and Phlegrean Fields (Italy) are presented, together and in comparison with the available data for Kamchatka (USSR), Hawaii and Washington (USA).

MARTON EMŐ, Eötvös Loránd Geophysical Institute of Hungary, Budapest, Hungary

PALAEOMAGNETISM AND TECTONICS IN THE MEDITERRANEAN REGION

The main problem in Mediterranean studies is to distinguish between tectonic structures of superficial origin and those that reflect the fundamental motions in this complex area. The situation is ideal for palaeomagnetic testing because separate outcrops of the same tectonic unit will have essentially similar directions of magnetization for rocks of the same age.

As a result of the palaeomagnetic studies, mainly of the past decade, time sequences of palaeopoles i.e. segments of the apparent polar wander curves are known from certain areas, like Umbria, Gargano, the Southern Alps and Sardinia, Italy, Istria peninsula, Yugoslavia, the Transdanubian Central Mountains and SE Transdanubia, Hungary, and Turkey.

Tectonically coherent units are defined mainly with the help of the above polar wander curves and less reliably with the single palaeomagnetic poles from other areas.

In this way a relatively small number of basically independent tectonic units can be distinguished palaeomagnetically. Relative movements within the main units may cause the scatter of the palaeopoles but don't necessarily obscure the fundamental pattern.

MASLYAEV G.A., All-Union Research Institute of Geophysical Methods of Prospecting of the Ministry of Geology of the USSR, Moscow, USSR

GEODYNAMICS OF BASEMENT BLOCKS OF THE SOUTHERN PARTS OF THE SCYTHIAN AND TURAN PLATES IN CONNECTION WITH THEIR SEISMICITY

The blocks of the southern parts of the plates are highly geodynamic. The gradients of post-Miocenic tectonic movements mount up to 2.0-2.5 km. and of Pleistocenic - up to 0.3-0.5 km. Recent tectonic movements are characterized by +4.0 to -5.0 mm p.a. Heat flow changes from $4.61 \cdot 10^{-2}$ to $10.47 \cdot 10^{-2}$ W/m^2. In the zone of blocks jointing with Alpine orogeny earthquakes intensity is 4-7 to 8-10 balls. Basement blocks are characterized by various combinations of geophysical, geothermal, isostatic, geotectonic (including neotectonic) parameters indicating their geodynamics and relations with seismicity. At the same time these parameters are dissimilar to judge their relation with seismicity since they reveal the sum of one or another of time variant phenomena. For understanding the relation of tectonic activity of basement blocks with seismicity information of different time variant geodynamic parameters assumes a great importance. Reliable data of time variant geodynamics resulted in studying neotectonics in different intervals of geological age of Neogene and Pleistocene. It allowed to bring out combinations of one or another of geodynamic parameters with revealing intensity of neotectonic movements with time and to determine dominating ones for estimating an appreciable relation of geodynamics with seismicity. The geological nature of seismically active zones and regions of earthquake generation is connected with sections of joint of deep troughs submerged in recent Pleiocene of basement blocks in plates with neogenic thrusts of Alpine orogeny. These basement blocks of the southern parts of the Scythian and Turan plates are characterized by a relatively consolidated upper mantle, Moho discontinuity sinking, considerable downwarping in recent Mesocoic and Cenozoic and decreased heat flow. These parameters are abruptly changed within the limits of Alpine orogeny sections bordered subsiding blocks of plates. Neotectonic uplifted blocks are characterized by earthquakes related with the crust granitization and basement blocks movements. The heat flow increase is peculiar to these blocks.

МАСЛЯЕВ Г.А., Всесоюзный научно-исследовательский институт геофизических методов разведки Министерства геологии СССР, г. Москва, СССР

ГЕОДИНАМИКА БЛОКОВ ФУНДАМЕНТА ЮГА СКИФСКОЙ И ТУРАНСКОЙ ПЛИТ В СВЯЗИ С ИХ СЕЙСМИЧНОСТЬЮ

Блоки южных частей плит являются весьма геодинамичными. Градиенты послемиоценовых тектонических движений достигают более 2,0-2,5 км, а плейстоценовых - до 0,3-0,5 км. Современные тектонические движения характеризуются от +4,0 до -5,0 мм/год. Тепловой поток изменяется от $4{,}61 \cdot 10^{-2}$ до $10{,}47 \cdot 10^{-2}$ Вт/м^2. В зоне сочленения блоков с Альпийским орогеном происходят землетрясения от 4-7 до 8-10 баллов. Для блоков фундамента свойственны различные сочетания геофизических, геотермальных, изостатических, геотектонических (в том числе неотектонических) параметров, свидетельствующих об их геодинамике и их связи с сейсмичностью. Вместе с тем эти параметры неодинаковы по своей значимости для оценки связи их с сейсмичностью, ибо фиксируют сумму тех или иных изменяющихся во времени явлений.

Для познания связи тектонической активности блоков фундамента с сейсмичностью большое значение приобретают данные об изменении во времени различных геодинамических параметров. Достоверные данные об изменении геодинамики во времени были получены в результате изучения неотектоники по различным промежуткам геологического времени неогена и плейстоцена. Это позволило выявить различные сочетания тех или иных геодинамических параметров с интенсивностью проявления неотектонических движений во времени и определить доминирующие из них для установления значимой связи геодинамики с сейсмичностью.

Геологическая природа наиболее сейсмоопасных зон, вероятно, связана с участками сочленения глубоких мульд существенно погруженных в позднем плиоцене блоков фундамента плит с неогеновыми надвигами Альпийского орогена. При этом такие блоки фундамента южной части Скифской и Туранской плит характеризуются относительно уплотненным состоянием верхней мантии, несколько погруженным положением поверхности Мохо, значительным прогибанием в позднем мезозое и кайнозое и пониженным тепловым потоком. Эти параметры резко изменяются в пределах частей Альпийского орогена, граничащих с опущенными блоками плит. Неотектонически приподнятым блокам свойственны землетрясения, связанные с гранитизацией коры и с движениями блоков фундамента по разломам. Для таких блоков характерен повышенный тепловой поток.

MATTHEWS D.H., Bullard Laboratories, Cambridge University, England

NORMAL INCIDENCE REFLECTION PROFILING ROUND THE BRITISH ISLES

The British Institutions Reflection Profiling Syndicate commenced its work in 1981. It was inspired by the work of COCORP in the USA, and it is funded by the Natural Environment Research Council. It consists of scientists from universities and from the Institute of Geological Sciences who work together with a core group at Cambridge University. We use commercial acquisition and processing, modified as far as possible to emphasise reflections from depths much greater than those of interest to the oil industry. Our funding will allow us to collect about 1000 kms of data as sea or about 100 kms on land, so we choose to work at sea. The experience of COCORP led us to believe that the most interesting targets were dipping structures that can be traced to the surface where they can be identified, so we began by working across the major faults of the Caledonian (400 MY) structures. Subsequently the work has been extended to the Variscan (250 MY) structures. We have plans to work in areas of active mountain building elsewhere in the world where we can use information from present day seismicity.

From the data on the north west side of Britain (lines MOIST and WINCH) one may draw several conclusions which are of more than local significance.

1. Extensional features, eg several mesozoic basins, were formed by reactivation of earlier Caledonian basement thrusts. A striking example is the Outer Isles Thrust.
2. Accoustic boundaries on WINCH cannot with certainty be traced from the surface to the Moho or vice versa. For example the Outer Isles Thrust and the South Irish Sea Lineament appear to die out in the lower crust, and the Iapetus Suture shows a marked contrast in reflection character in the lower crust which cannot with certainty be traced to the surface.
3. The lower and middle crust shows very pronounced if impersistent layering over much of WINCH whereas the upper crust, beneath the sediments, if often remarkably free from reflectors.
4. The Moho character is highly variable. The Moho under the North Sea, known from wide angle reflections, has been shown to coincide with the bottom of the crustal layering.
5. Strong and continuous reflectors have been seen in places beneath the Moho. The most spectacular of these, the Flannan Thrust, slopes upwards at about 30° from the base of the section at 15

seconds two-way-travel time (about 45 km depth), crosses the Moho and is lost in the layered lower crust.
By summer 1984 some preliminary results should be available from the line SWAT, shot in conjunction with the French group ECORS. There have also been some lines shot on land across the Variscan Front in southern England by the Institute of Geological Sciences. All this data, tapes and paper record sections, are available to anyone one year after acquisition. You should write to Mr R McQuillin, Murchison House, West Mains Road, Edinburgh, EH9 3LA, Scotland You will have to pay the small cost of reproduction and postage.

MAXIMOV V.A., KOZLOVA L.D., Ministry for Non-Ferrous Metallurgy of the USSR, Department of Geology and Mine-Surveying; KOZLOV G.G. Central Complex Geological Expedition, Moscow, USSR

THE USE OF NUCLEAR PHYSICAL METHODS FOR PROSPECTING OF NON-FERROUS METAL DEPOSITS

The necessity of a more complete and efficient utilization of mineral deposits implies basically new requirements as to the reliability and extent of information on the quality of minerals and calls for expedient obtaining of such information. Nuclear geophysical methods, based on the interaction between the radiation emitted by a radioisotope source and the rock, find an extensive application for rapid evaluation of the quality of ores.Contrary to the conventional methods of geological sampling, the nuclear geophysical methods permit determination of valuable constituents directly in-situ. As a result of the development of nuclear geophysical methods for evaluation of non-ferrous deposits under exploitation, a new technology has been established for evaluation and control of the grade of ores in-situ and during their mining and handling up to the ore processing plant. When used for the evaluation of the morphology of orebodies by sampling the prospecting and blast drill-holes, especially in the bulk caving systems, the nuclear geophysical methods ensure a decrease in metal losses in the deposit and a reduced delution of ore during its mining. An expedient obtaining of data on the morphology of orebodies renders it possible not only to clarify the parameters and position of production blocks, but also to adjust the selection of the mining system in order to improve the productivity. Rapid nuclear geophysical sampling permits to avoid excessive mining of barren areas and to control the production mining. The sampling of ore using nuclear geophysical methods renders it

possible to utilize low-grade ores from old dumps, marginal ores, to control the ore grade during mining and at the ore processing plant, to improve the amenability of ore to processing, to increase the recovery of metals.

МАКСИМОВ В.А.,КОЗЛОВА Л.Д., Управление геолого-маркшейдерских работ Министерства цветной металлургии СССР;КОЗЛОВ Г.Г.,Центральная комплексная геологическая экспедиция Министерства цветной металлургии СССР,г.Москва,СССР

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТАХ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Повышение полноты и качества использования недр предъявляет принципиально новые требования к достоверности и объемам информации о качестве полезного ископаемого и оперативности ее получения. Для экспрессной оценки качества руд широкое применение получают ядерно-геофизические методы, основанные на взаимодействии излучений радиоизотопного источника с элементами горных пород и рудами. В отличие от традиционных способов геологического опробования ядерно-геофизические методы позволяют определять содержание интересующих компонентов непосредственно в естественном залегании. При разработке ядерно-геофизических методов для эксплуатационных работ на месторождениях цветных металлов создана новая технология оценки и управления качеством руд начиная от естественного залегания, транспортных емкостей до обогатительной фабрики. При уточнении морфологии рудных тел путем опробования разведочных и взрывных скважин ядерно-геофизическими методами, особенно в системах массового обрушения, обеспечивается снижение потерь металла в недрах и уменьшение разубоживания при добыче. Своевременное получение данных о морфологии рудных тел позволяет не только уточнять параметры и положение добычных блоков, но и корректировать выбор системы отработки в пользу более производительной. Оперативное ядерно-геофизическое опробование позволяет своевременно устранять излишнюю проходку выработок и управлять горными работами. Организация системы сортировки с помощью ядерно-геофизических методов позволяет вовлечь в добычу и рентабельную переработку низкосортные и бедные руды из старых отвалов, забалансовых руд, управлять качеством их при добыче и на обогатительной фабрике, улучшая технологические свойства руды, повысить извлечение металла.

MAZONGJIN, FU ZHENGXIANG and XUE FENG, Center for analysis and Prediction, State Seismological Bureau, Beijing, China

THE CONTINENTAL SEISMOTECTONIC SYSTEM IN 20° - 50° N.L

The framework of continental seismotectonic system shows four features, I continental strong earthquakes are predominent in 20 - 50 N.L., which is called latitudinal seismic belt, 2 it may be divided into four seismic regions, 3 each region is subdivided by a longitudinal mid - axis into two halves, 4 both are antisymmetric in earthquake frequency and trends of the seismic belts. The first one possibly is controlled by global convection in N - S, and others may be related to the change of the Earth rotation. The alternation of seismic pattern in quadrants since this century in Sino - Mongolian seismic region correspond approximately to variation of velosity of the Earth rotation.

McELHINNY M. W., Bureau of Mineral Resources, Canberra, A.C.T., Australia

THE PALEOBLOCKS OF ASIA IN PERMIAN TIMES

Paleomagnetic studies have now been carried out in all the major blocks of Asia that existed in Permian times. Soviet scientists have made extensive studies of the Siberian, Kazakhstan, Sikhote Alin and Kolyma blocks. Australian and Chinese scientists have collaborated to make determinations in the Sino-Korean, Yangtze and Tarim blocks. Other studies are available for the Southeast Asian and Indian blocks. These studies will be reviewed in terms of the possible paleogeographic distribution of these blocks in the Permian.

In Permian times the Siberian and Kazakhstan blocks were closely related and collision with the European continent was about to take place. The Tarim block likewise was close to or had already collided with the Kazakhstan block. However the other blocks of Asia, Kolyma, Sikhote Alin, Sino-Korea, Yangtze and Southeast Asia were widely separated from the Eurasian continent and situated near the equator. India and Tibet were in southerly latitudes and associated with Gondwanaland. The implications of this distribution in terms of the existence of the lost continent of Pacifica will be discussed.

MCNUTT M., Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, U S A

THERMAL REJUVENATION OF HOT-SPOT SWELLS

Large depth anomalies in the seafloor associated with mid-plate volcanism, called hot-spot swells, are generally attributed to either thermal expansion of an upwelling plume within the asthenosphere or reheating of the lithosphere itself. The later explanation, thermal rejuvenation of the lithosphere, is more compatible with observations of swell subsidence, heat flow, and effective mechanical thickness as measured from elastic flexure beneath volcanic loads. Data from the Hawaiian swell in the Pacific Ocean is consistent with a thermal rejuvenation model in which the entire lower half of the lithosphere is raised to asthenospheric temperatures. The major difficulty encountered with this model is how to reheat the lower lithosphere quickly enough to explain the 3 million year rise time for the swell from normal ocean depths as it passes over the hot spot. Thermal conduction, plume erosion, and dike injection from the asthenosphere are all insufficient means of rapidly thinning the lithosphere. The most effective method of creating the Hawaiian swell is to strip off the lower half of the lithosphere by delamination. The implications of this model for stability, geochemistry, and seismicity of the Hawaiian hot spot will be discussed.

MEGHRAOUI M., Applied and Research Centre of Geosciences Algiers Algeria and Lab.of Historical Geology University of Paris, France; PHILIP H., Lab. of Structural Geology, University of Montpellier, Montpellier, France

EVIDENCES OF LARGE HISTORICAL EARTHQUAKES ASSOCIATED WITH VERTICAL MOVEMENTS ON THE EL ASNAM THRUST-FAULT

During the El Asnam earthquake (10.10.1980 M = 7,3) and at the intersection between the El Asnam left lateral thrust fault and the Cheliff river, a natural dam has been formed by uplift of the Northwestern block; stopping the flow of the river and producing a flooding in the Bir Saf Saf plain near Oued-Fodda. Since the 1980 event more than 30 cm of silty-sandy layers of sediment lay down in this plain near the fault. After these observations one can suppose that after every large event the thrust fault produces a natural dam and a flooding deposit.

We have excavated several trenches through the El Asnam fault, they reveal:

- sedimentary features as sandy-silty layers corresponding to a flooding period. These layers are alternating with paleosoils showing trace of roots.
- tectonic activity during the past, with the appearance of small normal faults (related to the thrust fault), trace of some old sand-blows, and thrust faulting showing in some place at least 2 large events.

Therefore the relation between the tectonic event (seismic event)

and flooding sedimentation in this zone is very close. Thus we try to define a reccurrence time of large earthquakes in this area by C^{14} dating.

MEISSNER ROLF, Institut für Geophysik, Universität Kiel, F RG

VERTICAL AND HORIZONTAL ACCRETION OF THE CONTINENTAL CRUST, AS DERIVED FROM SEISMIC REFLECTION DATA

The power of seismic reflection data lies in its capability to provide information on the following topics

(1) fine structure of the continental crust
(2) zones of indentations, e.g. fault zones
(3) thickness of crust and transition zones to the mantle
(4) density and pattern of reflections; stratification
(5) velocity structure in two or three dimensions

Vertical accretion (VA) has played a major role in the earth's history and was especially effective in the Archean. Large parts of ancient crusts were formed in magmatic island or continental arcs, later to be attached to the old nucleii by horizontal accretion. Such ancient crusts are less stratified, less sialic and less reflectophile than younger crustal units. Present island arcs and magmatic arcs of the Cordillera-type might be modern examples of VA. Horizontal accretion (HA), mostly related to collision zones, results in crustal shortening and thickening, in the development of low-angle indentation and related thrust faults. As a consequence of such processes a mobilization of the lower crust with a second (or multiple) differentiation takes place. Granitic melts and plutons enter the upper crust producing vertically oriented, teardrop-shaped intrusions hence enlarging the upper sialic part of the crust, as detectable by its low seismic velocities. Except for thrust faults, the upper crust of these areas is reflectophobe. The high-density residues of the crustal melt is partly recycled into the mantle, partly transforming into lamella-shaped crystallization seams of the lower crust which give rise to a high reflection density. Any delamination of crustal sections also take place in the low-viscosity lower crust leading to the appearence of double Mohos and eventually to new Moho formations.

MENYAILOV I.A., NIKITINA L.P., SHAPAR V.N., Institute of Volcanology of the Far East Scientific Centre, Petropavlovsk-Kamchatsky,USSR

THE RESULTS OF GEOCHEMICAL PARAMETERS MONITORING AT VOLCANOES DURING INTER-ERUPTIVE STATE TO FORECAST TIME OF BEGINNING OF ERUPTIONS (ON THE EXAMPLE OF EBEKO VOLCANO IN THE NORTHERN KURILE ISLAND)

Annual studies on monitoring the state of solfataric and gas-hydrothermal activity of the Ebeko volcano in Paramushir Island (Northern Kurile Islands) were carried out from 1955 to the present. Three

stages of this activity can be distinguished: a) stage of pre-eruptive preparation (1959-1963); b) stage of eruptive activity of interparoxysmal phreatic type (1963-1967); c) stage of post -eruptive strong solfataric activity (1967-1969), followed by a period of inter-eruptive solfataric and gas-hydrothermal activity (since 1969 till the present). During this period increasing of temperature, H_2 and CO contents and S/Cl, Cl/F ratios in solfataric gases before 1963 and gradual decreasing of these parameters till 1969-1970 were noted. To the present values of the chosen parameters varied insignificantly. Eruption of phreatic type in 1967 was predicted half a year before its onset. Variations of geochemical parameters in connection with phreatic eruptions of the Ebeko volcano are explained by increasing of magmatic emanation flow from the shallow magmatic chamber and absorption of well-dissolved components of magmatic emanations by underground waters of complex origin.

МЕНЯЙЛОВ И.А., НИКИТИНА Л.П., ШАПАРЬ В.Н., Институт вулканологии ДВНЦ АН СССР, г. Петропавловск-Камчатский, СССР

РЕЗУЛЬТАТЫ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ГЕОХИМИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ НА ВУЛКАНАХ В МЕЖЭРУПТИВНОМ СОСТОЯНИИ С ЦЕЛЬЮ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕНИ НАЧАЛА ИЗВЕРЖЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ВУЛКАНА ЭБЕКО НА СЕВЕРНЫХ КУРИЛАХ)

С 1955 года по настоящее время проводились ежегодные работы по слежению за состоянием сольфатарной и газогидротермальной активности вулкана Эбеко на острове Парамушир (Северные Курилы). За это время вулкан находился на стадии предэруптивной подготовки (1959-1963 гг.), межпароксизмальной эруптивной активности фреатического типа (1963-1967 гг.), постэруптивной сильной сольфатарной активности (1967-1969 гг.), перешедшей в период межэруптивной сольфатарной и газогидротермальной активности (1969г.- настоящее время). За этот период были отмечены увеличения температуры, содержания H_2 и CO, величин отношений S/Cl и F/Cl в газах сольфатар перед 1963 годом и постепенное уменьшение этих параметров к 1969-1970 гг. До настоящего времени значения выбранных параметров колебались незначительно. Извержение фреатического типа в 1967 году было предсказано за полгода до его начала. Изменения геохимических параметров в связи с фреатическими извержениями на вулкане Эбеко объясняются усилением потока магматических эманаций из неглубокого магматического очага и поглощением легкорастворимых компонентов магматических эманаций подземными водами сложного происхождения.

MIKHAL'TZSEV A.V., KIRICHEK M.A., PETUKHOV A.V., Scientific Production Association "Neftegeophysika" of the USSR Ministry of Geology, Moscow, USSR

DIRECT DETECTION OF OIL AND GAS RESERVOIRS BY APPLICATION OF GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL METHODS

The paper is concerned with the evolution, present state and prospects of direct oil and gas detection in the Soviet Union. A multiple, system approach to the problem is emphasized.
Five indicators of hydrocarbon accumulations can be recognized by changes in geophysical and geochemical parameters: a hydrocarbon accumulation itself, a rock formation sealing the reservoir at the margins, a halo resulting from upward hydrocarbon percolation, subvertical ring-shaped zones of different stress at the margins of the reservoir, and a satellite inhomogeneity in the near-surface layer. Over 30 geophysical and geochemical methods and modifications have been developed for direct oil/gas detection which can be used separately or, more preferably, in combinations depending on the geological/geophysical conditions of the area, type of operations (airborne/space, land, subsurface), stage of investigation (reconnaissance, prospecting, exploration), and other factors. The seismic method is superior both in the amount of information (about 15 indications), and in the extent of commercial application.
The techniques and results of seismic, geoelectrical and gravity applications, as well as their combinations, are discussed with reference to the examples from West and East Siberia, the Volga and Baltic regions, and Central Asia.
Emphasizing a considerable progress in the development and application of this trend some unresolved problems are mentioned concerning primarily the theoretical, physicogeological and physicogeochemical, substantiation and technological optimization of the method.

МИХАЛЬЦЕВ А.В., КИРИЧЕК М.А., ПЕТУХОВ А.В., Научно-производственное объединение "Нефтегеофизика" Министерства геологии СССР, г. Москва, СССР

ПРЯМОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЛЕКСА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

В докладе охарактеризованы эволюция, состояние и перспективы развития проблемы прямых поисков месторождений нефти и газа в Советском Союзе. Акцентировано внимание на необходимость комплексного и системного подхода к решению проблемы. Выделено пять факторов, связанных с присутствием в разрезе залежей углеводородов и находящих ото-

бражение в параметрах геофизических и геохимических полей: сами залежи; слой, запечатывающий залежи на контактах; неоднородность в области ореола вторжения углеводородов; субвертикальные кольцеобразные зоны с разнонапряженным состоянием пород в приконтурных частях залежей; неоднородности-сателлиты в верхней части разреза. Разработано более 30 геофизических и геохимических методов и модификаций прямых поисков, подлежащих рациональному использованию в зависимости от геолого-геофизических условий района работ, применяемого вида исследований (аэрокосмических, наземных, скважинных), этапа работ (региональных, поисковых, разведочных) и т.д. Ведущее место по информативности (около 15 признаков) и объемам промышленного внедрения сохраняет сейсморазведка. Методика и результаты работ по методам сейсморазведки, электроразведки и гравиразведки, а также комплексом методов показаны на ряде примеров для районов Западной и Восточной Сибири, Поволжья, Прибалтики, Средней Азии. При общем положительном развитии работ по проблеме имеются нерешенные вопросы, в первую очередь в области физико-геологического и физико-химического обоснования методов и в направлении оптимизации технологий.

MICHON D. and DELAPLANCHE J., CGG, France

APPLICATION OF SEISMIC METHODS FOR THE DETAILED STUDY OF GEOLOGY

The seismic reflection method was initially used to delineate the shape of subsurface strata by interpreting the echoes received at the surface.

In the 1960s with the development of the synthetic seismogram, the first seismic model produced from the sonic logs, it became apparent that variations in the character of reflections, amplitude and frequency, could be related to changes in the layer's thickness or velocity and hence its nature determined. Seismic sections made in that era already contained stratigraphic information in addition to the expected structural information.

Nevertheless the development of multiple coverage, digital recording and processing, and marine seismic exploration were essential before all the information on the sections could be used. When the signal-to-noise ratio was satisfactory along the entire sedimentary zone and not merely the main reflections, the migrated and preserved amplitude processed sections constituted an invaluable basic document for geological investigation. On a

regional scale they provide useful records of the history of deposition and folding. On a more restricted level, as in the case of reservoir surveys, lithology can be ascertained through the combined use of S and P waves; several velocity parameters; signal amplitude, frequency and phase; and multiple criteria. In certain cases of hydrocarbon indicators, the fluid content of a reservoir can be described as well.

Increasing numbers of techniques were developed: the use of complex analysis; inversion of seismic traces into acoustic impedance logs; two and three dimensional models; and 3D seismic made possible by the increasing number of traces. Geophysicists and geologists had to master several disciplines. But since the seismic data concerns geology it is absolutely necessary to be trained in both geology and geophysics to be able to properly interpret sections as we shall see in the following examples.

MIKHAILOVA N.P., KRAVCHENKO S.N., Institute of Geophysics of the UkrSSR Acad.Sci., Kiev, USSR

LATE PROTEROZOIC POSITION OF THE UKRAINIAN SHIELD FROM PALEOMAGNETIC DATA

The position of the Ukrainian Shield, the large Precambrian unit in the East-European Platform, is reconstructed for the Proterozoik time on the basis of paleomagnetic studies of more than 300 dikes with composition varying from olivine diabase to quartz porphyry, and magmatic rocks at the age of 2300 to 650 m.y. The rocks studied have original magnetization of thermostatic nature identified by means of modern laboratory tools. The mean paleomagnetic positions in several time spans are given in the Table.

Age b.y.	Rocks	Paleomagnetic pole				Polarity
		Sites samples	Coordinates φ o	Coordinates λ o	d_{95} o	
I.0	Diabase	5/24/	45	I87	I2	N + R
I.2 - I.3	Quartz porphyry	7/45/	37	I82	I0	N + R
I.5 - I.6	Anortosite	9/43/	3I	I67	8	N + R
I.9	Diabase	3/9/	30	I58	I2	NR + N
2.0 - 2.I	Diabase	5/67/	-2	I80	8	R

The Proterozoic stripes of the Ukrainian Shield are concentrated in the North-West Pacific. Both normal and reverse rocks are found. Paleomagnetic latitudes vary from -I5 to +40° and from blok to block.

In the peri-Azov Block the range is -I5 to +I7°, while in the Middle Dnieper Block it is +30 to +40°. High φ_m values are also found in the north-west of the shield. It is established that in the time span of 2.I to I.0 b.y. the paleomagnetic pole was migrating from south to north, its position remaining relatively stable in the period of I.9 to I.5 b.y. In the Proterozoic the Ukrainian Shield is thought to be moving northward at an average speed of 0.5°in IO m.y. along a complicated path with often reversions. Its movement does not correlate with that of the Baltic Shield which is more mobile structure. The data obtained reveal some new features of formation of the East-European Platform.

МИХАЙЛОВА Н.П., КРАВЧЕНКО С.Н., Институт геофизики АН УССР, г.Киев, СССР

ПОЛОЖЕНИЕ УКРАИНСКОГО ЩИТА В ПОЗДНЕМ ПРОТЕРОЗОЕ ПО ПАЛЕОМАГНИТНЫМ ДАННЫМ

В основу реконструкции расположения в протерозое Украинского щита - крупной докембрийской структуры Восточно-Европейской платформы положены результаты палеомагнитного изучения более чем 300 дайковых тел разного состава (от оливиновых диабазов до кварцевых порфиров), а также магматических пород с возрастом от 2300 до 650 млн.лет. Использованы породы, характеризующиеся первичной намагниченностью термоостаточного происхождения, для выделения которой использован современный арсенал лабораторных испытаний. Средние палеомагнитные полюса для некоторых временных интервалов дает таблица.

Возраст, млрд.лет	Порода	Палеомагнитный полюс				Полярность
		Кол-во обнажен. штуфов	Координаты		α_{95}^{o}	
			φ, град.	λ, град.		
I,0	Диабазы	5(24)	45	I87	I2	N + R
I,2 - I,3	Кварцевые порфиры	7(45)	37	I82	I0	N + R
I,5 - I,6	Анортозиты	9(43)	3I	I67	8	N + R
I,9	Диабазы	3(9)	30	I58	I2	NR + N
2,0 - 2,I	Диабазы	5(67)	-2	I80	8	R

Протерозойские полюса Украинского щита концентрируются в северо-западной части Тихого океана. Среди исследованных пород выявлены прямо и обратно намагниченные. Палеомагнитная широта исследованных объектов изменяется от -I5 до +40° с определенной дифференциацией в разных блоках: для Приазовского блока ее колебания укладываются в интервал от -I5 до +I7°, для Среднеднепровского - от +30 до +40°. Высокие значения φ_m отмечены также для северо-запада щита. Установлено, что во временном интервале 2,I - I,0 млрд.лет палеомагнитный полюс мигрировал с юга на север, его положение оставалось относительно устойчивым в период I,9 - I,5 млрд.лет. Предполагается, что в протеро-

зое Украинский щит двигался на север со средней скоростью 0,5°/10 млн.лет. Его движение было сложным,с частыми возвращениями; оно не коррелируется с движением Балтийского щита, который представляется более мобильной структурой. В свете полученных данных рассматривается некоторые новые особенности становления Восточно-Европейской платформы.

MILLER S.P., Department of Geological Sciences, University of California, USA

3-D MAGNETIC MODELING OF A PROPAGATING RIFT

The most recent reversal of the earth's main magnetic field has provided us with an excellent opportunity to monitor the behavior of a propagating rift in oceanic crust. In the conventional situation, a pair of offset spreading centers are joined by a transform fault, which is stable in time. However at a propagating rift, one axis also extends lengthwise, advancing into older crust. At 95.5 deg W on the Galapagos Spreading Center the opposing older crust is reversely magnetized, and the crust created by the propagating rift is normally magnetized. The resulting magnetic field was measured in a grid-like survey near the seafloor at a depth of 2200 m with the Deep Tow instrument package. As the V-shaped structure of the propagating rift clearly violates the conventional "2-D" assumptions, a full 3-D analysis is required. Furthermore, the deep relief of the rift valley, over 1000 m, requires the removal of bathymetric effects before interpretation can be made. An inversion is performed on gridded maps of the observed field and bathymetry, working in the Fourier domain. The result is a gridded rock magnetization distribution, which identifies the contact between the propagating rift tip and the older crust. The process of propagation is found to be continuous, rather than episodic, at a scale of a few km. The uniqueness of the inversion solution is characterized by an annihilator function. The stability of the 3-D inversion procedure requires special attention, due to the shallow inclination of the main field and the remanent magnetization.

MINIBAYEV R.A., Geological Institute of the Bashkir Branch of the USSR Academy of Sciences, Ufa, USSR

PALEOZOIC PALEOMAGNETISM IN THE SOUTH URALS AND ITS TECTONIC INTERPRETATION

According to results of paleomagnetic research (more than 100 data) apparent polar wandering (APW) paths have been determined for Paleozoic period in the South Urals. Comparison of the data obtained for this region with those we have at our disposal for the Russian and Siberian platforms (Khramov et al., 1980; Kravchinsky, 1979) together with geological evidence suggests the following:
1. At the beginning of Paleozoic period the crust area now occupied by eugeosyncline of the Ural fold system was not so stringly bound to the Russian platform. It might be quite individual lithospheric plate remoted greatly enough both from the Russiand and Siberian platforms.

2. During Paleozoic period the Ural lithospheric plate had been displaced laterally. Such great-scale movement might have been independant or to some extent coherent with the general migration of the Russian and Siberian platforms.
3. In Carboniferous period the Ural lithospheric plate clashed against the Russian platform and that was the cause of the former's abrupt diminishing in velocity northward. Since that time only modern eugeosyncline of the South Urals is probable to border miogeosyncline, i.e. marginal part of the Russian platform.
4. The modern Ural fold system is none other than the boundary zones of two different lithospheric plates joined together under the effect of horizontal compressing tectonic force which is conditioned by inertion of those large plates in the process of displacement. Thus miogeosyncline is the continental margin of the Russian platform while eugeosyncline corresponds to the Ural lithospheric plate.

МИНИБАЕВ Р.А., Институт геологии Башкирского филиала АН СССР, г. Уфа, СССР

ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ ПАЛЕОЗОЯ ЮЖНОГО УРАЛА И ЕГО ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

Составлена кривая миграции полюсов для палеозойского времени по палеомагнитным данным (свыше 100 определений) Южного Урала. На основании анализа геологических материалов и полученной кривой, а также сопоставления последней с аналогичными данными Восточно-Европейской и Сибирской платформ Храмов и др., 1980; Кравчинский, 1979 сделаны следующие предположения о палеотектонике Урала.

1. В начале палеозоя участок земной коры, на котором расположена современная эвгеосинклинальная зона Уральской складчатой области, не был связан тесно, как сейчас, с Восточно-Европейской платформой. Вероятно, он представлял собой совершенно другую литосферную плиту, находящуюся на значительно большем удалении, чем сейчас, как от Сибирской, так и от Восточно-Европейской платформ.

2. В течение палеозоя Уральская литосферная плита совершила крупномасштабное горизонтальное перемещение, возможно, в какой-то степени участвуя в совместном общем движении с Восточно-Европейской и Сибирской платформами в то же время независимо от них.

3. В карбоне Уральская литосферная плита столкнулась с Восточно-Европейской платформой, что соответственно резко уменьшило скорость ее перемещения в прежнем направлении. Только с этого момента современная эвгеосинклинальная зона Урала, возможно, примыкает к его миогеосинклинальной зоне.

4. Современная Уральская складчатая область представляет собой не что иное, как сросшиеся вместе пограничные зоны двух различных лито-

сферных плит, которые приведены в тесное соприкосновение под действием горизонтальных сжимающих тектонических сил. Миогеосинклинальная зона является континентальной окраиной Восточно-Европейской платформы, а эвгеосинклинальная зона - пограничной областью Уральской литосферной плиты.

MOHAJER-ASHJAI, NOWROOZI A.A. Atomic Energy Organization of Iran

DAMAGE DISTRIBUTION AND AFTERSHOCKS OF TWO MAJOR EVENTS OF 1981 IN KERMAN REGION SE IRAN

Two earthquakes of magnitude 6.7 and 7.1 in local Richter scale occured with a short interval of 47 days on June 11 and July 28, 1981 in Golbaf and Chahar-Farsang Townships around 80 and 40 km east of Kerman, south east Iran. A total casualties of 1071 and 887 and injuries of 4000 and 915 people were reported for the first and second events respectively. Maximum intensity in mezoseismal areas were estimated at VIII in Golbad and IX in Sirch in Modified Mercali Scale. A total of 64 km of fresh movements were observed along northern end of Golbaf Fault and 10 km at the southern segments of Lakar-Kuh Fault. Maximum vertical displacement of 10 cm was measured east of Golbaf. Whereas, offsets in the order of 14 cm vertical and 20 cm horizontal (dextral) appeared along the Lakar-Kuh Fault system.
Numerous aftershocks were felt for more than three weeks and as many as 250 events per day were instrumentally recorded by a portable seismographic network installed for aftershock studies. A total of 9000 micro-shocks were detected from which 1340 were selected, located and interpreted . Distribution and mechanism of the aftershocks in addition to the field evidences regarding the source mechanism of the main events show multiple events associated with contractional motions across major tectonic elements of the region, which was masked by subsidary minor components of transcurrent and normal movements.

MÖRNER N.A., Geol.Inst., Stockholm, Sweden

GEOID DEFORMATION, ASTHENOSPHERIC CHANGES AND PLATE MOTIONS

At the end of the Paleozoic all continents lay together as a super-continent covering a little more than one half-sphere segment of the globe. There must have been a considerable geoid low over the "Great Pacific" Ocean and a considerable (complex) geoid high over the continental half-sphere of the globe (hypothetically modelled by Mörner, 1980, Fig. 5).

At about 200 Ma rapid sea-floor spreading and drifting apart of the continents began. According to Lubimova (e.g.1980), this coincided with the formation of the asthenosphere (as modelled in Lubimova, 1980, Fig. 11; Mörner, 1980, Fig. 3).

A globe without an asthenosphere will suffer large gravitational anomalies and uncompensated lithospheric structures. With the formation of an asthenosphere, horizontal lithospheric motions, internal flow and vertical crustal movements will tend to compensate these anomalies. This led to plate tectonics, for-

mation and migration of "inland seas", tectonism and various forms of geoid deformation (Mörner, 1980, 1981, 1983).

References: Lubimova (1980); in "Earth Rheology, Isostasy and Eustasy (N.-A.Mörner, ed.), Wiley, p.91-109. Mörner (1980); Cretaceous Rec. 1, p.329-340. Mörner (1981); Geology 9, p.344-346. Mörner (1983); in "Large-scale Geomorphology (R.Gardner & H. Scoging, eds), Oxford Univ.Press.

MOUYIARIS N.K., Inst. Geol.Min.Exploration, Athens, Greece

SEISMOTECTONICS OF THE GULF OF CORINTH (C.GREECE)

The gulf of Corinth (Central Greece) is a tectonic basin which apparently has the characteristics of a graben. It attains though certain tectonic and seismotectonic peculiarities that do not well match within the so far accepted model of the Aegean plate.

These peculiarities are: a) its uplifting southern margin and its sybsiding northern one and b) the lack of expansion across its long axis despite the marked tensional stress that prevails at right angles.

These conditions prevail since the Neogene period and are well examplified by the contemporary seismicity.

Two case histories of destructive earthquakes, having occurred at the two extremes of the gulf, are two efficient examples that serve to shed light on the situation and draw certain assumptions as well as results. The one occurred in 373 B.C. at the western extremity of the gulf and destroyed the ancient towns of Helice and Bura. The other occurred in 1981 A.D. at the eastern extremity and brought about considerable damages in the surrounding area. Both case histories manifested extensive ground rupture and strong secondary effects, on land and under the sea surface, that help to elucidate structure and seismotectonic behaviour of the area.

NAGENDRA R. and BHIMASANKARAM V.L., Department of Geophysics and Centre of Exploration Geophysics, Osmania University, Hyderabad, India

DETECTABILITY CONSIDERATIONS IN THE OPTIMIZATION OF ELECTRODE CONFIGURATION AND SPACING IN D.C.ELECTRICAL PROFILING

Qualitative detectability of energy type geophysical signals is defined in terms of the radius of gyration and peak spectral amplitude of the wave form. Based on this definition the effec-

tive detectabilities of various electrode configurations such as Wenner, Schluemberger, two-electrode, diple- dipole and focussed electrode systems are optimized, with respect to the electrode spacing, choosing buied spherical, cylindrical and vein type models for computing the lateral variations of the apparent resistivity.

Using the optimal detecting capability (efficiency index) as the criterian for comparison, the relative merits of different electrode configurations are assessed. The results are discussed vis.a.vis. earlier studies on choice of electrode configuration.

NAVA F. ALEJANDRO, CINNA LOMNITZ A., America Porres and Francisco Castrejon, IIMAS-UNAM, Mexico

PLATE WAVES AND THE STRUCTURE OF THE UPPER CRUST IN THE ACAPULCO TRENCH AREA

Plate waves are used to refine the (Nava et al., 1983) velocity model of the upper crust in the Acapulco Trench area. The study is based on travel time and ray tracing techniques applied to data from the RESMAC digital network.

The model consists of an oceanic plate dipping under the continent. The continental crust is represented by flat, horisontal layers overlying the mantle. The determination of parameter values is discussed here. The results agree with the observations and lead to an improved velocity model for the crustal structure of SW Mexico.

NAVA F.A., IIMAS-UNAM, Mexico, KAREN C. McNALLY and JAIME GONZALEZ, Univ.California, Santa Cruz, U S A

DIGITAL MONITORING OF GAPS AND PREDICTION; THE ACAPULCO QUIESCENT ZONE AND THE 1982 PINOTEPA, MEXICO EARTHQUAKES

A period of anomalous cumulative number of earthquakes vs. cumulative moment behavior in the SE and of the Acapulco quiescent zone, previous to the Petatlan earthquakes of 1982, is studied.

The seismicity in the region of study, determined from world wide data is complemented with data from the Mexican Continental Aperture Seismic Network (RESMAC). The behavior in time of the seismicity in the anomalous area is studied and compared with that of other areas within and without the quiescent zone. The digital

format of the PESMAC data facilitates the study of earthquake spectra to determine changes in spectral parameters associated with changes in seismicity.

The results of this study are interpreted in terms of their potential values as a help to earthquake prediction.

NEGI J.G., PANDEY O.P. and AGRAWAL P.K., National Geophysical Research Institute, Hyderabad, India

MODELS OF TEMPERATURE PROFILE AND STRUCTURE OF INDIAN LITHOSPHERE TO EXPLAIN SUPER MOBILITY OF INDIAN LANDMASS

The super-mobility of Indian subcontinent (about 9000 km in the last 180 million years) froms one of the most fascinating inference in the realm of plate-tectonics. To gain an insight into this problem, available geothermic data over Indian continental region are examined. It has been found that the mean heat flow in the various tectonic regions veries from 32 mW/m^2 to 83 mW/m^2. The calculated temperature depth profiles extended upto the top surface of the Asthenosphere indicate the presence of large scale temperature and rheological differences at deeper levels. The regional variation of Curie depth is from 18 to 68 km. Similar large variation from 38 km to 186 km is found in the estimated lithospheric thicknesses. The mean value of lithospheric thickness for Indian shield is of the order of 100 km which is considerably lower than the estimated thickness of 400 km for the lithosphere of West African shield. The new estimates would indicate an asthenospheric upwarping in the Indian region.

On an average, Indian litosphere appears to be considerably hotter, thinner, lighter and more inhomogeneous as compared to other shields of the world. The presence of a significantly lower viscosity beneath Indian shield could also be anticipated. The conclusion is supported by seismological results and long wavelength satellite gravity (geoidal) and magnetic anomalies over and around Indian region. It appears that these characteristics may have contributed substantially towards its large mobility during last 200 million years.

NEVSKY M.V., NIKOLAEV A.V., TROITSKY P.A., Academy of Sciences of the USSR, Institute of Physics of the Earth, Moscow, USSR

THE NEW METHODS AND RESULTS OF THE EARTH CRUST AND THE LITHOSPHERE STUDY

The methods of studying the local velocity inhomogeneities of the Earth crust and the lithosphere have been developed. Methods utilize information about the scattering part of seismic wave field from teleseismic events and microseismic oscillations. The typical regions of application are those characterized by lateral and temporal variability of velocity structure of the crust and the upper mantle. For a number of regions: South part of Baltic shield, Pripyatzkaya depression (Belorussia), central California and North part of Tjan-Shan, the models holding the information about deterministic inhomogeneities of different scale as well as stochastic characteristics of small scale heterogeneity of a medium have been suggested.
Also, the methods have been elaborated to study the temporal variability of velocity of seismic wave propagation in lithosphere, associated with geodynamic processes. The results obtained for Tjan-Shan and California regions, are found to be tied with deformation processes, controlled by means of geodetic monitoring. The characteristics of variability of strain field were estimated.

НЕВСКИЙ М.В., НИКОЛАЕВ А.В., ТРОИЦКИЙ П.А., Институт физики Земли Академии наук СССР, г.Москва, СССР

НОВЫЕ МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ И ЛИТОСФЕРЫ

Развиты методы изучения локальных скоростных неоднородностей земной коры и литосферы по характеристикам рассеяния объемных сейсмических волн от удаленных землетрясений и микросейсмических колебаний. Характерными объектами для применения развитых методов являются районы, обладающие выраженной латеральной и временной изменчивостью скоростного строения коры и верхней мантии. Построены модели земной коры и литосферы для южной части Балтийского щита, Припятской впадины Центральной Калифорнии, Северного Тянь-Шаня, содержащие информацию о детерминированных неоднородностях различного масштаба и стохастических характеристиках мелкомасштабных неоднородностей.
Развиты методы исследования временных изменений скоростей распространения сейсмических волн в литосфере, связанных с геодинамическими процессами. Получены пространственно-временные характеристики изменений для районов Тянь-Шаня и Калифорнии,

установлена их связь с деформационными процессами, наблюдаемыми по геодезическим измерениям, оценены характеристики изменчивости поля напряжений.

NGUYEN CAN, CHU VAN NGOC, TA TRONG THANG, Hanoi University;
NGUYEN DINH XUYEN, NGUYEN KIM LAP, PHAM VAN THUC, Centre for Geophysical Researches S.R. Vietnam

THE SEISMOTECTONIC MANIFESTATIONS ON THE VIETNAM TERRITORY

The analysis of seismic, geological, geomorphological data, as well as genetic interrelations between the earthquakes and neotectonic elements, especially tectonic breachs of all kinds allow to describe fundamental features of seismotectonic manifestations on the Vietnam territory as follows:

1. All observable earthquakes on the Vietnam territory have magnitude not over 7. The depth of the most of focus not exceed 20 km and only some of them reached 30 - 35 km.

2. Established characteristics on the situation, the depth, the tectonic movements, as well as on the seismic indications of over 70 tectonic faults, which renewed in the neotectonic stage. Almost all of the earthquakes of the territory concentrated along these faults.

3. On the point of view of seismotectonics Vietnam territory could be divided into 38 various units, in which exist 4 Zones with indications of relative intense seismicity.

4. All various zones of earthquake generation on the Viet-Nam territory absolutely coincide with zones of isostatic anomaly of the Earth crust, as well as with the frontier ones between various neotectonic units, which experienced mobile, differential and contrary manifestations of neotectonic movements.

НГУЕН КАН, НГУЕН ДИНЬ СУЕН, НГУЕН КИМ ЛАП, Центр Геофизического исследования СРВ; ТА ЧОНГ ТХАН, ФАМ ВАН ТХУК, Ханойский университет, г. Ханой, СРВ

СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ВЬЕТНАМА

Анализ имеющихся сейсмических, геолого-геоморфических данных, а также и генетических взаимоотношений между землетрясениями и неотектоническими структурными элементами, особенно тектоническими

нарушениями разного рода, позволяет установить следующие основные черты сейсмотектонических проявлений на территории Вьетнама.

I. Все наблюденные землетрясения на территории Вьетнама имеют магнитуды не больше 7. Глубина большинства очагов часто не больше 20 км и только некоторые из них достигают глубину от 20 км до 30-35 км.

2. Установлены характеристики по отношению как расположения глубины, так и тектонического движения, проявления сейсмичности около 70 разломов, возобновленных в новейшем тектоническом этапе. Почти все землетрясения территории приурочены к этим разломам.

3. С точки зрения сейсмотектоники рассматриваемая территория может быть разделена на 38 различных участков, в том числе существуют 4 зоны с проявлением относительно интенсивной сейсмичности.

4. Все сейсмогенные зоны имеют пространственные совпадения с зонами изостатических аномалий силы тяжести земной коры, а также и с пограничными зонами различных неотектонических структурных элементов, испытавших мобильные, разнонаправленные, дифференцированные и контрастные проявления новейших тектонических движений.

NIKOLAEVSKY V.N., Institute of Physics of the Earth of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

DILATANT RHEOLOGY OF THE LITHOSPHERE AND TECTONIC STRESS WAVES

The experimental data of geomaterial rupture at high pressures and temperatures show that seismic boundaries correspond to rheologic stratification of the lithosphere. The coincidence of waveguides with maximum of dilatant fissures, of the layer between K and M boundaries with cataclastically weakened rocks and of the crust bottom with the transition to the dislocationally plastic impermeable states of geomaterials are mentioned. The phase transitions and chemical reactions at Moho are discussed. The inclinations are correlated with the crust dilatancy. Dilatant variations of seismic wave parameters and seismicity migration are connected with waves of tectonic stresses in the lithosphere. Their periods are 2, 3,6, 11, ... years. The adequate theory of waves at the contact between bending lithosphere and viscous astenosphere is developed. The standing waves and impulses riding due to the energy influx from convective astenosphere flows are revealed.

НИКОЛАЕВСКИЙ В.Н., Институт физики Земли Академии наук СССР, г. Москва, СССР

ДИЛАТАНСИОННАЯ РЕОЛОГИЯ ЛИТОСФЕРЫ И ВОЛНЫ ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ

Экспериментальные данные о разрушении геоматериалов при высоких давлениях и температурах показывают, что сейсмические границы соответствуют реологической расслоенности литосферы. Отмечено совпадение волноводов с максимумами дилатансионной трещиноватости, горизонта между границами К и Мохоровичича с катакластически ослабленными породами, дна коры с переходом к дислокационно-пластическому водонепроницаемому состоянию. Обсуждены фазовые переходы и химические реакции на Мохо. Наклоны глубинных разломов коры, распределение очагов землетрясений коррелируются с дилатансионной реологией коры, в том числе в зонах субдукции литосферы. По дилатансионным вариациям сейсмических волн и миграции сейсмоактивности выделяются волны тектонических напряжений, охватывающие всю литосферу. Их периоды 2, 5, 6, 11, ... лет. Развита адекватная теория волн на контакте изгибающейся литосферы с вязкой астеносферой. Разделены стоячие волны и импульсы, бегущие за счет подпитки энергии из конвективного астеносферного потока.

OFOEGBU C.O., University of Portharcourt, Portharcourt, Nigeria

AN AEROMAGNETIC STUDY OF THE BENUE TROUGH OF NIGERIA

The results of an interpretation of aeromagnetic anomalies over the Benue Trough of Nigeria are presented. A detailed analysis of the trends of the anomalies has been carried out. The apparent variation in the nature of the long wavelength anomalies observed over the sedimentary basin and flanking basement area, the non-continuity of the belts of magnetic highs and lows, and their trend sub-parallel to the trend of the trough together suggests that the anomalies over the Benue Trough do not represent typical oceanic magnetic anomalies as has been previously suggested.

Two dimensional interpretation of the anomalies shows that the anomalies are best interpreted in terms of basic intrusive bodies occurring either within the Cretaceous sediments or within the metamorphic basement or both. The model intrusive bodies are of variable thickness and magnetization polarity which suggests that they were emplaced during different epochs of polarity. Preliminary results of a pseudogravity study of the Trough are also presented.

Geophysical studies of the Benue Trough and of similar structures elsewhere in the world, a possible model for the tectonic evolution of the Benue Trough has been developed. It is here suggested that the tectonic evolution of the Benue Trough of Nigeria involved the rise of a mantle plume or mantle up welling, emplacement of intrusive igneous material in the crust, crustal stretching and thinning and consequently rifting. It is thought that this sequence of events may have been repeated in a cyclic manner with intercyclic structural deformations. The basic ideas of the model is shown to be in agreement with acceptable ideas as riftogenesis.

OLSZAK G., Leipzige Universität, DDR

BEITRAGE DER GEOPHYSIKALISCHEN TIEFENERKUNDUNG FUR DIE ERFORSCHUNG DER WIRTSCHAFTLICH NUTZBAREN BEREICHE DER OBEREN ERDKRUSTE

Die international vorliegenden Daten der geophysikalischen Tiefenerkundung, speziell die Ergebnisse der tiefenseismischen Sondierungen ergaben umfangreiche Erkenntnisse über den strukturellen Aufbau der tieferen Kruste und des oberen Mantels der Erde. In begrenztem Umfange liegen Versuche vor, auf der Grundlage geophysikalischer Daten Aussagen und Modelle über den Ablaur von Prozessen in der Tiefe zu entwikkeln. Die schrittweise Erforschung der rezenten (bzw. palëo-) physikalischen und chemischen Prozesse ist jedoch Voraussetzung für die Erkenntnis des kausalen Einflusses dieser Prozesse auf die tektonischen und lagerstättenbildenden Vorgänge in der oberen Erdkruste.
Es werden mögliche methodische Lösungswege zu den genannten Aufgaben vorgelegt. Als Beispiele dienen u.a.

- die tektonische Rayonierung (regional, Mikroplatten)
- die Erfassung von Tiefenstörungen und die Klärung ihrer Rolle bei der Genese nutzbarer Lagerstätten (Strukturbau, Migrationswege, Schaffung sekundären Porenraumes zur Aufnahme von Mineralkonzentrationen),
- Tiefenprozesse bei der Bildung von Sedimentbecken.

Die bisherigen Resultate weisen auf die Notwendigkeit hin, die Forschungen zur Entwicklung von Prozessmodellen zu intensivieren, speziell im Hinblick auf die stetige Vergrösserung der Tiefe bei der Suche und Erkundung nutzbarer Lagerstätten.

ORTIZ R.; ARAÑA V.; GARCIA A.; MUÑOZ M.L., SUAZO C.y DIEZ J.L., Instituto de Geología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. c/ José Gutiérrez Abascal, Madrid, ESPAÑA

DETECCION DE CAMARAS MAGMATICAS A ELEVADA TEMPERATURA MEDIANTE SONDEOS MAGNETOTELURICOS

La existencia de una cámara magmática superficial a alta temperatura es un factor importante en la evaluación concreta del riesgo volcánico en una zona activa. Sin embargo su localización con los métodos de geofísica habituales no es fácil y debido al bajo contraste que presentan sus constantes físicas y la escasa resolución horizontal en penetraciones elevadas. El desarrollo de un método magnetotelúrico específico permite la identificación y caracterización de la posible cámara basándose en la transición de los mecanismos de conducción eléctrica cuando los materiales se encuentran en las proximidades del punto de fusión.

El análisis de los datos se basa en considerar el campo magnetotelúrico superposición en dos campos; el primero correspondiente a una fuente ionosférica y que se manifiesta como una onda plana y el segundo una onda esférica con origen en la posible cámara magmática.

La aplicación del método en las Islas Canarias ha permitido la localización de una cámara magmática a más de 1.100ºC en el Volcán Timanfaya (Montañas del Fuego, Lanzarote) con un diámetro aproximado de 1 km situado a 5 km de profundidad, responsable de las manifestaciones térmicas presentes en la superficie.

PECHERSKY D.M., Institute of Physics of the Earth of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

PALEOMAGNETIC AND PETROMAGNETIC STUDY OF PALEOOCEANIC CRUST STRUCTURE AND DEVELOPMENT (S.MUGODGARY AN EXAMPLE)

1. According to paleomagnetic data during Middle Devonian S.Mugodgary region was situated near northern margin of E.European plate (paleopole position are 134°E and 9°N) and afterward moved with it. On base of paleomagnetic declinations and "long particles" orientation the main spreading axes for Devonian was estimated as well as some later local deformations. Conglomerate test, carried out on pebbles of Franian age allows to reveal the Late Paleozoic overprinting connected with tectono-magmatic activity of the same age.

2. The continuous section including 410 sheeted dykes was studied. As a result the process of sheeted dykes complex formation was understood more thoroughly.

3. Gabbrous and sheeted dykes complex are the result of the common differentiation process. This process of differentiation that forming the oceanic Earth crust is similar for both the paleoooceanic crust and modern one. The last products of this differentiation - cumulative gabbrous and pyroxenites have low concentration of Fe and Ti and are practically non magnetic; the first products - subalkaline basalts are Fe-Ti rich and are strong magnetic. The degree of differentiation of oceanic basalts are reversely correlated with spreading velocity. It was found the sharp worldwide drop of magnetic linear anomalies intensity, magnetisation values, titanomagnetite concentration, Fe-concentration, differentiation degree in oceanic basalts. This drop took place about 30 M.y.B.P. Simultaneously the frequency of geomagnetic reversels increased and spreading velocity decreased for all oceans.

ПЕЧЕРСКИЙ Д.М., Институт физики Земли АН СССР, г.Москва, СССР

ПАЛЕОМАГНИТНОЕ И ПЕТРОМАГНИТНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ПАЛЕООКЕАНСКОЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ (НА ПРИМЕРЕ ЮЖНЫХ МУГОДЖАР)

I. По палеомагнитным данным район Мугоджар в эйфеле находился близ окраины Европейской плиты (координаты полюса 134^{o}в.д., 9^{o}с.ш.) и далее двигался вместе с нею. По поведению палеомагнитных склонений и ориентировке "длинных частиц" выделены основная ось спрединга в девоне (ось Берчогурской синклинали) и ряд блоков, связанных с более поздними локальными деформациями. Палеомагнитное изучение галек из конгломератов франского возраста позволило четко выделить позднепалеозойское перемагничивание пород, связанное с тектоно-магматической активностью этого времени.

2. Составлен детальный непрерывный профиль, включающий 4I0 даек, что позволило уточнить процесс формирования дайкового комплекса в ходе спрединга. По палеомагнитным данным по дайкам выделяется краткий эпизод обратной магнитной полярности продолжительностью около I000лет.

3. Габбро и дайковый комплексы района образуют генетически единый ряд дифференциации, формирующий палеоокеанскую земную кору подобно коре современного океана. При этом крайние члены дифференциации: а) кумулятивные габбро обеднены железом и титаном и практически немагнитны; б) субщелочные базальты обогащены железом и титаном и наиболее магнитны. Степень дифференцированности океанских базальтов имеет обратную зависимость от скорости спрединга. Зафиксирован резкий глобальный спад интенсивности линейных магнитных аномалий, намагниченности, концентрации титаномагнетита, железа, степени дифференцированности океанских базальтов примерно 30 млн.лет назад. В это же время резко нарастает частота инверсий геомагнитного поля и падает скорость спрединга во всех океанах.

PELTIER W. RICHARD, Department of Physics, Univ. of Toronto, Toronto, Ontario, Canada

THE VISCOSITY OF THE EARTH'S MANTLE

Three different types of data concerning Earth's response to Pleistocene glaciation have been employed as constraints on the viscosity of the mantle. These consist of radio-carbon controlled relative sea level histories, free air gravity data, and astronomical observations of the Earth's rotational response to the glacial cycle. The latter are particularly useful and consist of the polar wander evident in the ILS pole path as a drift of the pole towards Hudson Bay at a rate near $1^{o}/10^{6}$ years, and the nontidal acceleration of planetary rotation of $(7.1 \pm 0.6) \times 10^{-11} yr^{-1}$ recently obtained by laser tracking of the LAGEOS satellite and earlier by inference from ancient eclipse observations. Taken together these observations constrain the parameters of the simple model (LC, LO, ν_{UM}, ν_{LM}) to be close to the values (200 km, 70 km, 10^{21} Pas, 3×10^{21} Pas) where the parameters are res-

pectively the mean thickness of continental and oceanic lithosphere and the mean viscosity of the upper and lower mantles. The recent analyses which support this conclusion will be discussed in detail and the structure itself will be considered from the point of view of the constraints which it provides on the style of the mantle convective circulation which drives the motions of surface plates.

PHAM KHOAN, DUONG BINH, HO ANH TIEN, BUI KIM THANH, DO VAN BINH, Research Institute of Geology and Mineral Resources, Vietnam

TECTONIC STRUCTURE OF TERRITORY OF VIETNAM BASED ON GEOPHYSICAL DATA

The results of complex processing and geological interpretation of all the geophysical data are represented on the scheme of scale 1:1 000 000 as following:

1. Earth crust of Vietnam belongs mainly to a continental crust type. In north-eastern littoral regions of territory exists a boundary which devides the crust into two parts with different evolution characteristic: oceanization in oceanwards direction, and inverse.

2. The whole crust is in the state of near-isostatic equilibrium, but in different regions the isostatic compensations are obviously different.

3. Through the determination of fault's systems and their parameters, a fault system with submeridional orientation, covered by various Fanenozoic sediments, is found out.

4. The deep-faults, cutting throughout the crust to upper mantle, in majority, have north-western, and submeridional orientation. They play an important part in formation of block- structure and endogenic mineralization.

5. The studied area is divided into regions of compression and stretching corresponding with different tectonic - structural units.

6.The results of boundering of instrusive magmatic massive and their deep - distribution.

7. There is the correlation between gravitational field and mesocration, Leicoration mineralized zones.

PHAM VAN THUC, NGUYEN DINH XUYEN, NGUYEN KIM LAP, Institute Earth's Sciences, Hanoi, Vietnam

SEISMICITY AND STRESS FIELD IN THE SOUTH EAST OF ASIA REGION

The territory of South East of Asia (φ = 10°S - 30°N, λ = 90°E - 130°E) is met by two biggest in the whole world earth-

quake belts: the Pacific earthquake belt and the Mediterranean Earthquake belt, that's why the seismic activity in this region is very complicated. In this thesis the authors have established the new catalogue of earthquakes for the South East of Asia, which is used to study the nature of distribution earthquake epicenters and hypocenters, to determine the new epicenter belts in this region. Some main characteristics of the seismicity, just as the frequency-magnitude relation, the seismic activity A I5, the maximum observated earthquake K_{max} are presented in this thesis, too.

Used the sign of first motion of longitudinal wave P, the authors have determined the hypocenter mechanism of 724 strong earthquakes and on this basis to study the feature of distribution of the compressional, dilatational and transitional stresses, the fault surface, the move direction of the fault surface in earthquake hypocenters. For the first time we have determined the zones of dilational and compressional stress effect, and studied the close relation between stree -field and seismicity.

Used the results of the study of seismicity and streesfield, the authors have determined the velocity of seismic tectonic move in the vertical direction and quantitatively estimated the characteristics of some faults that caused the strong earthquakes in region.

The obtained results will be the basis of the study of seismic regionalization and seismic tectonics in the South East of Asia region.

POSGAY KAROLY and ALBU ISTVAN, Eötvös Loránd Geophysical Institute /ELGI/, Budapest, Hungary

INVESTIGATION OF THE EARTH'S CRUST AND UPPER MANTLE STRUCTURE BY THE SEISMIC REFLECTION METHOD IN HUNGARY

The Eötvös Loránd Geophysical Institute of Hungary has been carrying out seismic investigation with reflection method into the earth's crust and upper mantle for more than thirty years. Digital recording and data processing on computer were introduced for about ten years. The experiments gave reflections and velocity data from the asthenosphere. Interesting conclusions could be made about the structure and the physico-chemical properties of the earth's crust and upper mantle. From point of view of methodological and instrumental research the Hungarian experiences are of great importance.

POSPEEV V.I., BARYSHEV A.S., IPATJEV S.N., NIKULIN V.I., ZAKUZENNY V.I., East-Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Products of the USSR Ministry of Geology, Irkutsk, USSR

GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE SOUTH OF EAST SIBERIA ACCORDING TO MAGNITOTELLURIC DEEP SOUNDING DATA

Magnitotelluric deep sounding of the Siberian platform and its folded framing in the lithosphere has revealed large physical heterogenities. Crust and mantle conductive layers, linear and chamber zones with conductivity up to 10^5 S are isolated. These conductive layers are represented as two-phase systems. Mantle layer is a crystalline phase + melt, crust layer - crystalline phase + conductive aqueous electrolyte. Mantle conductive layer has a discrete structure and formates a series of astheno-lenses: Angaro-Tunguska, Sayano-Baikal, Vilui. Crust conductive layer is spread in Siberian platform, East Sayan, Baikalian rift zone and may be regarded as an intermediate trap of ore-bearing fluids. Structure-substance heterogenity of the crust and upper mantle is developed in the asthenosphere discreteness, system of different order blocks of different material infilling, discrete position of dome and volcano-tectonic structures. Geothermal heterogenities are expressed in hypsometry difference of heated layers and in more heating of the crust and upper mantle in contours of astheno-lenses. Modern geodynamic environment, revealed on the basis of analysis of mantle free surface relief and bottom of crust, neotectonic maps and sedimentary cover thicknesses maps is characterized by a combination of linear and chamber zones of spreading and convergence at different levels of the lithosphere. Physico-petrological heterogenities have spatial and structure-substance relations with iron-ore, kimberlite and other provinces, regions, knots and have been used for metallogenic analysis and prediction evaluation of territories.

ПОСПЕЕВ В.И., БАРЫШЕВ А.С., ИПАТЬЕВ С.Н., НИКУЛИН В.И., ЗАКУЗЕННЫЙ В.И., Восточно-Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья Мингео СССР, г. Иркутск, СССР

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЮГА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЛУБИННЫХ МАГНИТО-ТЕЛЛУРИЧЕСКИХ ЗОНДИРОВАНИЙ

Глубинными магнито-теллурическими зондированиями на Сибирской платформе и ее складчатом обрамлении в литосфере выявлены крупные физические неоднородности. Выделены коровый и мантийный проводящие слои,

линейные и очаговые зоны с проводимостью до 10^5 см. В вещественном отношении эти проводящие слои представляются как двухфазные системы: мантийный слой - кристаллическая фаза + расплав, коровый слой - кристаллическая фаза + проводящий электролит на водной основе. Мантийный проводящий слой имеет прерывистое строение и образует ряд астенолинз: Ангаро-Тунгусскую, Саяно-Байкальскую, Вилюйскую. Коровый проводящий слой распространен на Сибирской платформе, Восточных Саянах, Байкальской рифтовой зоне и может рассматриваться в качестве промежуточного коллектора рудоносных флюидов. Структурно-вещественная неоднородность земной коры и верхней мантии проявилась в прерывистости астеносферы, системе разнопорядковых блоков разного вещественного выполнения, дискретном расположении купольных и вулкано-тектонических структур. Геотермические неоднородности выражены в различии гипсометрии нагретых слоев и большем разогреве земной коры и верхней мантии в контурах астенолинз. Современная геодинамическая обстановка, выявленная на основе анализа рельефа свободной поверхности мантии и подошвы коры, неотектонических карт и карт мощностей осадочного чехла, характеризуется комбинацией линейных и очаговых зон растяжения и сжатия на разных уровнях литосферы. Физико-петрологические неоднородности имеют пространственные и структурно-вещественные связи с железорудными, кимберлитовыми и другими провинциями, районами, узлами и использованы при металлогеническом анализе и прогнозной оценке территорий.

PROZOROV A.G., Institute of Physics of the Earth of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR; SABINA F.H., Nacional Autonoma Universitet de Mexico, Mexico

STATISTICAL DATA ON SEISMIC REGIME AND GEOTECTONIC FEATURES OF MEXICO REGION

New statistics of seismic properties are investigated in space and time for the Mexico region. They are main events seismicity (number of earthquakes with aftershocks excluded), swarming property, average magnitude (another way to study the slope of the recurrence time law), maximum magnitude, average focal depth and comparative efficiency of earthquakes in surface and body waves generation, known as creepex. Quite a number of anomalies of the spatial distributions of the statistics were found. Some of them have evident geophysical meaning, the explanation of others is rather controversial, and some others have no interpretation as yet. The

most interesting phenomena are as follows: i) The average depth distribution indicates a different trend for the Benioff zone West of approximately 96° W longitude, due to the North which fits the position of the Neovolcanic belt. ii) Creepex clearly distinguishes different tectonic areas, i.e., subduction zones (with low values), transform faults (medium) and ridges (high). iii) High swarming is related to places with young sedimentary geology. The time pattern of those properties, in places of strong earthquakes, is quite consistent and includes a phase of concentration of stress indicated by quiescence in average and maximum magnitude and main events seismicity, and also more efficient body wave generation and anomalous swarming. This phase is followed by an apparent weakening of the material indicated by a higher efficiency in surface wave generation.

ПРОЗОРОВ А.Г., Институт физики Земли АН СССР, г.Москва, СССР;
САБИНА Ф.Х., Национальный автономный университет, г.Мехико,Мексика

СТАТИСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕЙСМИЧЕСКОГО РЕЖИМА И ГЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕКСИКАНСКОГО РЕГИОНА

Исследуются новые пространственно-временные статистические свойства сейсмического режима Мексиканского региона. Это поток основных событий (число землетрясений с исключенными афтершоками), средняя магнитуда (один из способов изучения наклона графика повторяемости), максимальная магнитуда, средняя глубина очага и относительная эффективность генерации поверхностных и объемных волн, известная как крипекс. Обнаружено несколько особенностей пространственного распределения перечисленных статистик. Некоторые из них имеют очевидный геофизический смысл, объяснение других довольно проблематично, а часть пока не поддается интерпретации. Наиболее интересные особенности следующие: I) распределение средней глубины очага указывает на широкое простирание зоны Беньофа к западу от 96°з.д., которое согласуется с положением неовулканического пояса; 2) крипекс довольно четко разграничивает зоны различной тектоники, т.е. зоны субдукции (низкие значения крипекса), трансформные разломы (средние значения) и рифты (высокий крипекс); 3) высокая роистость коррелируется с областями интенсивного позднего осадконакопления. Временные изменения статистик сейсмического режима в местах землетрясений выявляют фазу концентрации напряжений по уменьшению средней и максимальной магнитуды и интенсивности потока основных событий, а также по более эффективной генерации объемных волн и аномальному группированию слабых толчков. Затем наступает фаза кажущегося разупрочнения материала, выявляемая по более эффективной генерации поверхностных волн.

RODNIKOV A.G., Soviet Geophysical Committee of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

THE ASTHENOSPHERE OF THE ACTIVE MARGINS OF THE PACIFIC OCEAN

The specific peculiarity of structure of transition zones from continents to the Pacific is the existence in the upper mantle of the asthenospheric lens which wedges out towards the deep basins in the Pacific and the stable platforms on the continents. A correlation is marked between the activity of endogenous regime and asthenospheric evidence: the thicker asthenosphere, which approaches closer to the crust, is confined to tectonically active regions. The asthenosphere is characterised by anomaly heated mantle matter with lower density and viscosity, high absorption of seismic waves, higher electrical conductivity associated with partial rock melting. These differences are manifested in heat flow distribution, which is higher in tectonically active regions, for instance island arcs, inter-arc basins, deep basins of marginal seas, juvenile orogen-folded structures, and lower or normal in the adjacent deep basins of the Pacific and on the stable platforms of continents. It is obvious that the intensive activity of the asthenosphere at the Cenozoic stage of tectogenesis caused mani festation of the following processes in the transition zone: break up of the lithosphere, rifting, basalt effusion, increase of geothermal gradient, formation of marginal seas and island arcs.

РОДНИКОВ А.Г., Междуведомственный геофизический комитет АН СССР, г. Москва, СССР

АСТЕНОСФЕРА АКТИВНЫХ ОКРАИН ТИХОГО ОКЕАНА

Отличительной особенностью строения переходных зон от континентов к Тихому океану является распространение в верхней мантии астеносферной линзы, выклинивающейся по направлению глубоководных котловин Тихого океана и стабильных платформ континентов. Отмечается корреляция между активностью эндогенного режима и выраженностью астеносферы: к тектонически активным регионам приурочена более мощная, подступающая к коре астеносфера. Она характеризуется аномально разогретым веществом мантии с пониженной плотностью и низкой вязкостью, высоким поглощением сейсмических волн, повышенной электропроводностью, связанной с частичным плавлением пород. Эти различия проявляются в распределении теплового потока, который повышен в тектонически активных регионах, таких, как островные дуги, междуговые прогибы, глубоководные впадины окраинных морей, молодые горно-складчатые сооружения, и понижен или имеет нормальные значения в прилегаю-

щих к ним глубоководных котловинах Тихого океана и на территории стабильных платформ континентов. Очевидно, что интенсивная активность астеносферы в кайнозойский этап тектогенеза обусловила проявление следующих процессов в переходной зоне: расколы литосферы, рифтообразование, излияние базальтов, увеличение геотермического градиента, формирование окраинных морей и островных дуг.

RYSS Yu.S., All-Union Research Institute of Exploration Geophysics, Sci.-Prod.Ass. "Rudgeophysica" of the USSR Ministry of Geology, Leningrad, USSR

GEOELECTROCHEMICAL METHODS OF RELOTE EVALUATION OF THE ORE BODY SIZE, COMPOSITION AND RESERVES

The flowing of electrical current across the boundary of minerals with metallic atomic bond (some sulphides, oxides, native elements) into the surrounding ion-conducting rocks gives rise to the process of redoxy electrochemical reactions. An increase in current intensity allows to begin a successive initiation of reactions on various minerals and to record turn-by-turn the originated processes as polarization step-curves. The mineral composition, size and reserves of the ore bodies are found from the potential values of electrochemical reactions and their maximum current intensity.

Reaction initiation and recording become possible at one or several contacts with the ore deposits, i.e. by means of the contact method of polarization curves (KSPK), or by means of methods without direct contact with the ore - the contactless method of polarization curves (BSPK). For working with the help of one of the two methods KSPK-I and SPK systems were developed; these systems enable to investigate the ore bodies with sizes amounting from several meters to a few kilometers in their dip and strike.

The BSPK method is used for evaluating the mineral composition, content and reserve of useful components, and the size and position of the ore bodies. Its use is recommended at the stage of chosing industrially profitable objects in promising areas before the beginning of drilling; it is also used for the checking out of geophysical anomalies. The KSPK method is used to evaluate the composition and approximate size of the discovered ore-bodies, to correlate the ore intersections and also the ore zoning and the occurrence of nearby situated ore deposits. The use of this method is recommended at the stage of evaluation of the ore manifestations and at deposit prospecting.

РЫСС Ю.С., Всесоюзный научно-исследовательский институт разведочной геофизики НПО "Рудгеофизика" Мингео СССР, г.Ленинград, СССР

ГЕОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА, РАЗМЕРОВ И ЗАПАСОВ РУДНЫХ ТЕЛ

Прохождение электрического тока через границу минералов, обладающих металлической связью атомов (некоторые сульфиды, окислы, самородные элементы), в окружающие ионопроводящие породы вызывает протекание окислительно-восстановительных электрохимических реакций. С увеличением силы пропускаемого тока становится возможным последовательно возбуждать реакции на разных минералах и поочередно регистрировать процессы в форме ступенчатых поляризационных кривых. По значениям потенциалов электрохимических реакций и их предельной силе тока, снимаемых с кривых, устанавливают минеральный состав, размеры и запасы обследуемых рудных тел.

Возбуждение и регистрация реакций возможны при одном или нескольких контактах с рудными залежами - контактный способ поляризационных кривых (КСПК), а также без непосредственного контакта с оруденением - бесконтактный способ поляризационных кривых (БСПК). Для ведения работ тем и другим способом созданы станции КСПК-I и СПК, позволяющие исследовать рудные тела размерами от единиц метров до первых километров по простиранию и падению.

Методом БСПК определяют минеральный состав, содержание и запасы полезных компонентов, размеры и положение рудных тел. Применение метода целесообразно на стадии выделения промышленных объектов в перспективных зонах до начала буровых работ и для разбраковки геофизических аномалий. Методом КСПК устанавливают состав и масштабы обнаруженных рудных тел, увязку рудных пересечений, а также зональность руд и наличие рядом лежащих рудных образований. Применение метода целесообразно на стадиях оценки рудопроявлений и разведки месторождений.

SHAO SUE-CHGUN, CHGAN DJA-DGU, Geological Institute of State Seismological Bureau of China, Pekin, China

CHARACTERISTIC FEATURES OF THE CRUST AND UPPER MANTLE STRUCTURE IN AREAS OF SOME STRONG EARTHQUAKES IN NORTH-CHINA PLANE

During last years seismic and seismological studies of the Earth crust and upper mantle structure were conducted in North-China Plane region. Areas of strong earthquakes were investigated by

the deep seismic sounding and by the converted wave method. Several thousands kilometres of the profiles were carried out and cross-sections and maps for the basic crustal boundaries were constructed. The main results of these studies are given in the paper.

The strong earthquake regions are characterized in North-China Plane with the following features: an uplift of the boundaries in the upper and middle parts of the consolidated crust, local deeping of the mantle boundaries and the M-discontinuity, high gradients of the boundary depth differences, increasing of the total crustal thickness, thicking of low-velocity or high conductivity layers, increasing of seismic velocities in the low part of the crust and deep foulting.

In the North-China Plane the earthquake foci are mainly situated in margin zones of the Cainozoic depressions. The zones are exposed to the combine effect of strong horizontal compression forces trending NE-SW and to vertical uplifting connected with Indian and Pacific plates mobility and by the deep material movement.

The obtained structure features may be used for the prediction the North-China Plane regions where the strong earthquakes may happened in future.

МАО СЮЭ-ЧЖУН, ЧЖАН ДЯ-ЖУ, Институт геологии Государственного сейсмологического бюро Китая, г.Пекин, Китай

ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ И ВЕРХНЕЙ МАНТИИ ОБЛАСТЕЙ ОЧАГОВ НЕКОТОРЫХ КРУПНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В СЕВЕРО-КИТАЙСКОЙ РАВНИНЕ

В последние годы в областях возникновения очагов некоторых крупных землетрясений Северо-Китайской равнины проводились сейсмические и сейсмологические исследования по изучению строения земной коры и верхней мантии методами ГСЗ и МОВЗ. Было выполнено несколько тысяч километров профилей. Получены разрезы и карты строения глубинных границ земной коры. В данной статье даются основные результаты этих исследований.

Области очагов крупных землетрясений в Северо-Китайской равнине характеризуются следующими особенностями: подъемом границ в верхней и средней частях консолидированной земной коры, локальным погружением границ Мохо и верхней мантии, большим градиентом изменения глубины залегания границ, явным увеличением общей мощности земной коры, утолщением слоя пониженной скорости или повышенной электропроводимости, локальным увеличением скорости распространения сейсмических волн в нижней части коры, и наличием глубинных разломов.

Области очагов землетрясений располагаются в основном в периферийных зонах кайнозойских впадин Северо-Китайской равнины и находятся под совместным действием сил интенсивного горизонтального сжатия по северо-восточному направлению и вертикального поднятия, вызываемых движениями Индийской и Тихоокеанской плит и также движением глубинных материалов данного района.

Выявленные особенности строения могут иметь практическое значение для прогнозирования мест возникновения в будущем очагов крупных землетрясений в Северо-Китайской равнине.

SAMIR R., Assiut University, Egypt; KAMEL H. and FOUAD A., General Petroleum Company, Egypt; REFAI E. and GHALIB M., Cairo University, Egypt

GEOPHYSICAL STUDIES IN EGYPT AND THE EASTERN MEDITERRANEAN

Bouguer and free-air anomalies of Egypt and the eastern Mediterranean were averaged over 15',30' and 1° grids. Bouguer anomalies averaged over 15' in the Eastern Mediterranean were found to reflect the behaviour of the Moho surface. Crustal thickness map calculated for this area agrees well with the results of deep seismic sounding known in the area. It shows Moho relief with pronounced changes in an area to the south of Cyprus, extending East-West in the eastern part and NW-SE in the western part. These changes are probably associated with the presence of subduction zone more developed in the western parts rather than in the eastern parts. The study of the spatial distribution of earthquakes also shows the presence of a subduction zone in this area. The underthrusting

of the African Plate under the European one is more developed in the western parts.
Egypt is characterized by normal type of crust in its central and southwestern parts, the thickness of which is about 33 km, with a relatively smooth Moho relief. The situation is rather different in the northern part, where a possibly intermediate type of crust with thickness of about 28 km is expected. Along the Red Sea coast the Moho relief describes pronounced changes in the South Eastern Desert of Egypt. These changes are interpreted in terms of suture zones or subductions in old Precambrian times. They strike in NE-SW direction, probably extending into the western parts of Saudi Arabia. Maps representing lithosphere and crustal thickness in the study area are given. Relations between lithosphere and crustal thicknesses and Bouguer anomalies averaged over 15' and 1° grids were obtained.

SANTNER F., NERGESH L. , Предприятие по поискам и разведке бокситов , г. Балатсналмади ; SABADVARI L., CAKASH K., Государственный геофизический институт им.Л.Этвеша , г. Будапешт , ВНР

КОМПЛЕКСНО-ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ СИСТЕМА В ПОИСКАХ И РАЗВЕДКЕ БОКСИТОВ ВЕНГРИИ

За последние 20 лет в Венгрии была разработана новая геолого-геофизическая методика, которая успешно применяется и хорошо вписывается в систему поисков и разведки бокситов.
Общая геолого-геофизическая работа имеет несколько направлений : она занимается развитием геофизических методов и инструментов и далее геофизическим анализом боксито-геологических условий, геофизическими подходами для реального определения целей, поставленных перед геофизикой. В результате этого постепенно стали известны те боксито-геологические факторы, которые основательно влияют на успешность отдельных измерений и способствуют выбору целесообразного комплекса геофизических методов и планомерному выделению районов для детальной геофизической разведки.
В нашей практике геофизические методы включены во всех фазах поисково-разведочных работ по бокситам, но в зависимости от геологических условий мера применения этих методов отличается по районам.
В ходе общих и детальных поисков, когда задачей измерений являются только выделение относительно больших тектонических нарушений и определение глубины подошвы, доминируют классические методы. Для непосредственного выявления структур, вмещающих бокситы, уже применяются специально разработанные методы.

Современные методы измерений сопровождаются обрабатывающей системой данных на ЭВМ в полевых условиях. Главные геологические, геофизические и буровые данные, полученные при геологоразведочных работах, интерпретируют и проектируют с помощью ЭВМ для обоснования динамических решений по поискам и разведке.
В докладе после краткого изложения боксито-геологического положения мы показываем характерные примеры применения геолого-геофизической системы, целесообразно выбранной на основе полученных сведений о геологической ситуации данного района.

SCHÖN J., Mining Academy of Freiberg, GDR

PETROPHYSICAL PARAMETERS AND THEIR CORRELATION TO STRUCTURAL PROPERTIES OF ROCKS

Introducing it is given a physically determined classification of rocks into three main types (dense, cracked, porous). Physical properties (velocity of elastic waves, electrical resistivity, thermal conductivity) are dependent on the properties and volume content of the components and also on some geometrical and structural properties. Therefore a model was developed, including the structure of rocks by a so called structure angle. On the base of the model it is possible to calculate physical properties with good agreement to experimental values. It is seen that the structure has a main influence on elastic, electric, thermal Parameters and also on strength properties.

SEIGEL H.O., JOHNSON I., Scintrex Limited, Concord, Ontario, Canada

SPECTRAL IP PARAMETERS OBTAINED FROM ROUTINE TIME DOMAIN I.P. MEASUREMENTS

Microprocessor controlled, multi-channel IP receivers with solid state memory storage have now made it technically and economically feasible to simultaneously measure and record essentially complete information about the transient decays. In addition, using computer programs suitable for microcomputers, the observed transient decays may be fitted by the sum of theoretical model electromagnetic induction transients and IP transients. Each of the "best fit" electromagnetic and IP transient components may be interpreted separately.

The IP model used is the Cole-Cole relaxation one commonly employed by workers in frequency domain IP. The three "spectral" IP parameters M (chargeability or amplitude), τ (time constant) and C (exponent) characterize the IP transient decay. The parameter M is an indication of the presence of metallic conducting material in the earth. The parameters τ and C may then be used to discriminate between different IP sources, mainly on the basis of the variation in their mean grain size and size distribution.

Through the use of a microprocessor based, time domain receiver, it is feasible to derive spectral IP parameters from routine field measurements, at very minor cost.

Field examples are presented from North America, Australia and Africa, illustrating the merits of this approach to spectral IP measurements.

SEMYONOV B.G., Geophysical Expedition of Bazhenovo Ministry of Geology, Sverrdlovskay Region, USSR

ON THE VELOCITY-DENSITY DEPENDENCE IN CRYSTALLINE ROCKS

From generalized data on longitudinal velocity (Vp) and density (σ) measured in 2830 rock samples from various regions of the globe, correlation graphs σ(Vp) are plotted for the following types of magmatic and metamorphic rocks: ultrabasic, basic and alkaline, intermediate and acidic. For all the types the dependence in question is non-linear. The steepest portion of the graph σ(Vp) covers the velocity range of 5 to 7 km/s. In the regions of Vp < 5 km/s and Vp > 7,4 km/s the curves suddenly flatten out about the Vp-axis. It is established that the higher the basicity of the magmatic rock or its metamorphic analogue the steeper the corresponding σ(Vp)-graph and the higher its position about the velocity axis. Serpentine is an exception. Alkaline rocks produce the graphs similar to those for basic rocks. For metamorphic rocks the graphs lie higher above the velocity axis than for their magmatic analogue. Consequently, the replacement of sialic rocks by the phemic ones, or of magmatic rocks by their metamorphic analogues, which takes place downwards over the rock sequence may be accompanied by a density increase or by a relative decrease of seismic velocities. No regional specific feature of dependence σ(Vp) is observed for any type of rocks. Therefore, in deriving density distribution from velocity distribution for deep portions of the crust with unknown composition, a generalized σ(Vp) graph may be used. The 85% confidence interval for the latter is 0,11 g/cm^3 wide, on average. The listed density - velocity graphs have been obtained for atmospheric pressure and temperature of 20°C. Analysis of the experimental data with corrections for P-T conditions shows that, under simultaneous effects of pressure and temperature, velocity grows with depth by about 0,1-0,4 km/s to a depth of 8-10 km, then it decreases. The observed in the crust velocity increase is explained by a change in the mineral composition of rocks and (or) by a higher degree of metamorphism.

СЕМЕНОВ Б.Г., Баженовская геофизическая экспедиция, Свердловская область, СССР

О ЗАВИСИМОСТИ СКОРОСТЬ-ПЛОТНОСТЬ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОД

На основании обобщения данных измерений скорости продольных волн (V_p) и плотности (σ) по 2830 образцам пород различных регионов мира построены графики корреляционной зависимости $\sigma(V_p)$ для следующих типов магматических и метаморфических пород: ультраосновные, основные и щелочные, среднего состава и кислого. Эти зависимости для всех типов пород нелинейны. Наиболее крутая часть графика $\sigma(V_p)$ находится в области значений скоростей от 5 до 7 км/с. В областях $V_p < 5$ км/с и $V_p > 7{,}4$ км/с отмечается резкое их выполаживание относительно оси V_p. Установлено, что чем больше основность магматической породы или ее метаморфического аналога, тем круче соответствующий ей график $\sigma(V_p)$ и тем выше его положение относительно оси скоростей. Исключение составляют серпентиниты. Породы щелочного состава имеют такую же зависимость $\sigma(V_p)$, как и основные породы. Графики для метаморфических пород располагаются относительно оси скоростей выше, чем графики их магматических аналогов. Следовательно, смена вниз по разрезу сиалических пород фемическими или магматических пород их метаморфическими аналогами может сопровождаться увеличением плотности и относительным уменьшением скорости сейсмических волн.

Для каждого типа пород в пределах точности построений не отмечено региональных особенностей отношения $\sigma(V_p)$. Это позволяет использовать обобщенный график при построении плотностных разрезов по скоростным для глубоких частей земной коры с неизвестным составом σ (Vр). Ширина 85-процентного доверительного интервала такого графика составляет в среднем 0,II г/см^3.

Перечисленные зависимости плотность-скорость были построены по данным измерений при атмосферном давлении и температуре 20° С. Анализ экспериментальных данных с учетом поправок за Р-Т условия показал, что с увеличением глубин в земной коре под влиянием одновременного воздействия давления и температуры скорость возрастает примерно на 0,I-0,4 км/с до глубин 8-I0 км, затем плавно снижается. Наблюдающееся в земной коре увеличение скоростей с глубиной на этих глубинах следует объяснять изменением их минерального состава горных пород или (и) повышением степени их метаморфизма.

SHANOV S.B.,Geological Institute,BAS,Sofia,
RANGUELOV B.K.,Geophysical Institute,BAS,Sofia,Bulgaria

ON THE EXISTENCE OF DEEP SUBMERIDIONAL FAULT ON THE BALKAN PENINSULA

The considerations for the existence of submeridional recent active deep fault structure are shown.It crosses the Balkan Peninsula and extends from Crete to Vrancea in Romania.The edges of this structure are traced on the maps of the maximum observed magnitudes and the maximum hypocentral depths (over 70 km).Anomalies of heat flow and behaviour of Moho and Conrad boundaries confirm the extension of this zone on the Balkans.

On the teritory of Bulgaria,this zone is reflected into the neogenic basalt formations between the towns Svistov - Suhindol,the paleogenic basalts in Gabrovo and Kasanlak districts and the paleogenic plutons in Rhodopes.The zone had largely affected the recent crust deformations on the Balkans.The map of seismic activity compiled for our country provides evidence on this fact.

We assume that the fault zone is of a width of about 90 km and crosses in dept the earth crust and the upper part of the upper mantle.Both edges (Crete and Vrancea) are stress concentrators due to the pressure of the Afro-Arabic plate southward and the East-European platform northeastward.We consider that observed deep and strong earthquakes are the result of this stress release.

The configuration of recent relief members - the curve of the Danube river and the situation of the Aegean sea could also be considered as reflections of this fault zone.

SHAO-SYUE-CHGUN, CHGAN DJA-GU, Институт геологии государственного сейсмологического бюро Китая, г.Пекин, КНР

ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ И ВЕРХНЕЙ МАНТИИ ОБЛАСТЕЙ ОЧАГОВ НЕКОТОРЫХ КРУПНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ СЕВЕРО-КИТАЙСКОЙ РАВНИНЫ

В последние годы в областях возникновения очагов некоторых крупных землетрясений Северо-Китайской равнины проводились сейсмические и сейсмологические исследования по изучению строения земной коры и верхней мантии методами ГСЗ и МОВЗ. Было выполнено несколько тысяч километров профилей. Получены разрезы и карты строения глубинных границ земной коры. В данной статье даются основные результаты этих исследований.

Области очагов крупных землетрясений Северо-Китайской равнины

характеризуются следующими особенностями: подъемом границ в верхней и средней частях кристаллизованной земной коры, локальным погружением границ Мохо и верхней мантии, большим градиентом изменения глубины залегания границ, явным увеличением общей мощности земной коры, утолщением слоя пониженной скорости или повышенной электропроводимости, локальным увеличением скорости распространения сейсмических волн в нижней части коры и наличием глубинных разломов. Области очагов землетрясений располагаются в основном в периферийных зонах кайнозойских впадин Северо-Китайской равнины и находятся под совместным действием сил интенсивного горизонтального сжатия по направлению СВ-ЮЗ и вертикального поднятия, вызываемых движениями Индийской и Тихоокеанской плит и также движением глубинных материалов данного района.
Выявленные особенности строения могут иметь практическое значение для прогнозирования мест возникновения в будущем очагов крупных землетрясений Северо-Китайской равнины.

SHAPIRO V.A., TSIRULSKY A.V., FEDOROVA N.V., NIKONOVA F.I., KRASNOBAEVA A.G., Institute of Geophysics of the Ural Scientific Center of the USSR Academy of Sciences, Sverdlovsk; CHURSIN A.V., RYZHY B.P., KHALYMBADZA I.G., Geological Production Association "Uralgeology", Sverdlovsk; TÜRMINA L.O., Institute of Terrestrial Magmatism, Ionosphere and Radio Wave Propagation of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

ANOMALOUS MAGNETIC FIELD AND ITS DYNAMICS WHILE STUDYING THE URALS DEEP STRUCTURE AND RECENT GEODYNAMICAL PROCESSES

1. Special aeromagnetic survey was carried out along 4 geotraverses, crossing the Urals on 54, 56, 58 & 60° N at the heights from 100 to 5000 m above ground. Each geotraverse consists of three profiles 1200 km in length, distances between the profiles -50 km. The normal field was obtained according to the MAP-81 Model, based on the observations from Kosmos, Magsat and Pogo satellites. The long-wavelength component of the anomalous magnetic field (AMF) containing the information about the distribution of magnetization with the depth, was separated. The main Urals structures are characterized by low total magnetization of the Earth crust. The large magnetic rock massives extending to magnetoactive layer foot are detected

2. The AMF dynamics is studying from 1969 on the polygon covering the Middle and South Urals from 51 to 57° N. Two extented meridional anomalous zones Bashkiria and Butka 40 km in width were settled out. These zones separate the main Urals structures from the neighbouring regions of Russian platform and West-Siberian plate. In these zones even in present there are passed active tectonic processes, which

are reflected in the physical fields. Electrometrical investigations showed here the anomally high conductivity S, which couldn't be explained by the conductivity of the sedimental layer only; in the southern part of the polygon the regional growth of S was observed. Geodetical methods showed that Bashkiria and Butka anomalies were characterized by contrast recent vertical movements and deformations of the Earth crust.

3. The joint analysis of the data of AMF and its dynamics allows us to receive the new important information about the deep structure and tectonical zoning of the Urals, to settle out the active in present structures, to give assumptions about the nature of modern geodynamical processes.

ШАПИРО В.А., ЦИРУЛЬСКИЙ А.В., ФЕДОРОВА Н.В., НИКОНОВА Ф.И., КРАСНОБАЕВА А.Г., Институт геофизики УНЦ АН СССР,г. Свердловск;ЧУРСИН А.В., РЫЖИЙ Б.П.,ХАЛЫМБАДЖА И.Г.,ПГО "Уралгеология" ,г.Свердловск;ТЮРМИНА Л.О.,ИЗМИРАН СССР, г.Москва,СССР

АНОМАЛЬНОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ И ЕГО ДИНАМИКА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ И СОВРЕМЕННЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ УРАЛА

I. Специальная аэромагнитная съемка на высотах 100-500 м выполнена по 4 геотраверсам, секущим Урал по 54,56,58,60° с.ш. Геотраверс состоит из трех профилей протяженностью 1200 км, разнесенных по меридиану на 50 км. Нормальное поле исключено по модели МАП-81, в основу которой положены наблюдения со спутников КОСМОС, МАГСАТ и ПОГО. Выделена длинноволновая составляющая аномального магнитного поля (АМП), несущая информацию о глубинном распределении намагниченности. Основные структуры Урала характеризуются низкой суммарной намагниченностью земной коры. Выделены крупные блоки магнитных пород, распространяющиеся по глубине на всю мощность магнитоактивного слоя.

2. Динамика АМП изучается с 1969 г. на полигоне, охватывающем Средний и Южный Урал - 51-57°с.ш.Выделены две протяженные меридиональные зоны шириной до 40 км - Башкирская и Буткинская, отделяющие основные структуры Урала от сопредельных территорий Русской платформы и Западно-Сибирской плиты. В этих зонах и в настоящее время идут активные тектонические процессы, отражающиеся в физических полях. Электрометрическими исследованиями установлено, что здесь аномально высокая проводимость S, которая не может быть объяснена только проводимостью осадочного слоя; в южной части полигона отмечается региональное возрастание S. Геодезическими методами установлено, что для Башкирской и Буткинской аномалий характерны контрастные современные вертикальные движения и деформации земной коры.

3. Совместный анализ данных АМП и его динамики позволяет получить новую важную информацию о глубинном строении и тектоническом районировании Урала, выделить активные в настоящее время структуры, сделать предположения о природе современных геодинамических процессов.

SHAROV V.I., GRECHISHNIKOV G.A., Ministry of Geology,
Moscow, USSR

ON THE BEHAVIOUR OF FAULTS AND NATURE OF SEISMIC BOUNDARIES WITHIN THE CONTINENTAL CRUST

1. Relatively high contrasts in physical properties of rocks in fault zone make it possible to trace these tectonic fractures within the crystalline basement by seismic reflections. Up to the date, this possibility has been veryfied in many folded areas of the world (e.g., Kazakhstan, Urals, Baltic and Ukrainian Shield, Precambrian formations in Wyoming, USA, Caledonides of Scotland, etc.). The existence of sloping and steeply dipping seismic boundaries produced by faulting provides a possibility for studying tectonic fractures within the crust and refining usually subhorizontal seismic models for the continental crust by new information.

2. Experimental work has provided a basis for analysis for data on dipping and reflective capacity of faults as they penetrate deeper in the crust. The analysis is made for the Ukrainian Shield. Several, levels are established where the said parameters change. In the range of 2-3 to 10 km the average value of dip angles remains almost constant and is 30-35°. Above the level of 2-3 km the angles grow rapidly and fractures become nearly vertical, whereas below 10 km they start flattening out to dip angles as small as about 20° at a depth of 13-14 km. The flattening of the fractures into almost horizontal position occurs at the depths where the upper regional seismic boundary K_1 is located (denoted after N.I.Pavlenkova).

3. Changes in the reflecting properties and dip angles of tectonic faults which occur at various depth levels are related to the variation of fracture types. The latter due to various rupture machanisms which are accounted for in the dilatance theory of cracking. Subhorizontal interfaces in the crust are may be geotectonic levels controlling the evolution of faults and cracks, permeability and the intensity of matter tranfer in the crust.

ШАРОВ В.И., ГРЕЧИШНИКОВ Г.А., Министерство геологии СССР,г.Москва, СССР

О ПОВЕДЕНИИ РАЗЛОМОВ И ПРИРОДЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ ГРАНИЦ В РАЗРЕЗЕ КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ КОРЫ

I. Относительно высокая контрастность физических свойств пород в зонах разломов по отношению к вмещающей среде создает возможность прослеживания тектонических разрывов в кристаллическом фундаменте в виде отраженных волн. На этой основе разработана методика площадных наблюдений и выполнены полевые работы с целью изучения поведения разломов в фундаменте на глубинах до I5 км. К настоящему времени возможность выделения отражений от зон разломов показана также при профильных исследованиях во многих складчатых районах мира (Казахстан, Урал, Балтийский щит, Украинский щит, докембрийские образования штата Вайоминг США, каледониды шельфового склона Шотландии и др.). Существование наклонных и крутопадающих сейсмических границ, обусловленных зонами разломов, позволяет изучить особенности поведения тектонических разрывов в коре, а также дополнить субгоризонтальную сейсмическую модель континентальной коры новой информацией.

2. На основании экспериментальных работ проанализированы данные об углах падения и отражательной способности разломов по мере их развития в глубь коры на примере разреза гранитоидов Украинского щита. Выявлено несколько уровней изменения этих параметров по вертикали. В интервале от 2-3 до I0 км среднее значение углов падения прослеженных разрывов остается практически постоянным и составляет 30-35°. Выше уровня 2-3 км углы падения быстро увеличиваются и разрывы становятся близвертикальными, а ниже I0км начинают выполаживаться и на глубине I3-I4 км средняя величина углов падения составляет около 20°. Выполаживание и переход разрывов на субгоризонтальное положение соответствует в разрезе положению первой от поверхности региональной сейсмической границе K_I (по обозначению Н.И.Павленковой).

3. Изменение отражающих свойств и углов падения тектонических разрывов на различных глубинных уровнях связывается со сменой типов разрушения пород (отрыв, скалывание, однородное течение), в основе которой лежат различия механизмов разрушения, учитываемые в дилатансионной теории трещинообразования. Субгоризонтальные границы в коре и граница Мохоровичича - суть геотектонические уровни расслоенности коры, контролирующие развитие разломов и трещиноватости, проницаемости и переноса веществ в коре.

SHENGELAYA G.SH., Institute of Geophysics of the Academy of Sciences of the Georgian SSR, Tbilisi, USSR

A METHOD FOR CONSTRUCTING AN EARTH CRUST THREE-DIMENSIONAL GRAVITY MODEL

According to regional geological interpretation of gravimetric data the anomalies caused by the deep zones of the Earth crust are usually associated with the influence of three basic density boundaries: sedimentary consolidated crust, "granitic" layer - "basaltic" layer, "basaltic" layer - upper mantle. When this is the case, in quantitative interpretation of the gravimetric data anomalous masses are approximated by a set of elementary bodies. Consequently, the solution of the gravimetric inverse problem by the trial-and-error method includes several stages of the direct problem solution for different-shaped bodies.

It has been proved that calculation of the crustal gravity effect in constructing a gravity model of the crust and the upper mantle requires consideration of the following four factors: 1) calculation of the gravity effect at the observation point at an absolute altitude; 2) corrections for sphericity of the Earth; 3) introduction of basic boundaries of the Earth crust and the upper mantle; 4) use of the method of calculation of the gravity effect for three- dimensional (volumetric) masses for the mountain regions.

ШЕНГЕЛАЯ Г.Ш., Институт геофизики Академии наук Грузинской ССР, г.Тбилиси, СССР

МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ ГРАВИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗЕМНОЙ КОРЫ

При региональной геологической интерпретации гравиметрических данных аномалии, обусловленные глубинными зонами земной коры, связывают обычно с влиянием трех основных поверхностей раздела плотностей: между "осадочным" слоем и консолидированной корой, между "гранитным" и "базальтовым" слоями и между "базальтовым" слоем и верхней мантией Земли. В этом случае для количественной интерпретации гравиметрических данных методом подбора изучаемые аномальные массы, как правило, аппроксимируются набором элементарных тел. Следовательно, решение обратной задачи гравиметрии методом подбора сводится к решению прямой задачи для тел различных форм. Доказывается, что для вычисления прямого аномального гравитационного эффекта при построении гравитационной модели земной коры и верхней мантии необходим учет следующих четырех обязательных факторов: I) вычисления гравитационного эффекта в пункте наблюдения на абсолютной высоте; 2) поправок

за сферичность Земли; 3) введения нормальных поверхностей раздела в земной коре и верхней мантии; 4) для складчатых участков Земли использования метода подсчета гравитационного эффекта исключительно для трехмерных (объемных) масс.

SHERMAN S.I., Institute of the Earth Crust of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Irkutsk, USSR

PHYSICAL REGULARITIES OF FAULTING AND SEISMICITY

Seismic process may be considered as a result of megadestruction of the lithosphere. Main kinetic varieties of faults of the lithosphere: tension and normal faults, wrench faults and thrusts are formed depending on a form of load application. They are characterized by different zones of dynamic influence and, thus, by various areas of stress accumulation and excretion of seismic energy. Seismicity of faults, their zones of dynamic influence and ratio of fault length to the number of faults in the earthquake belts of the Earth have been studied. There is correlation between fault parameters and seismicity. Seismic potential is growing in a sequence: tension faults - normal faults - wrench faults - thrusts.

Analytical dependences of the width of zones of dynamic influence of faults on fault length, on thickness of a deformed layer, on viscosity of a medium and strain velocity were found experimentally. When material of various viscosity is being destructed at different of loading rates, ratio of fault length to the number of faults changes. Properties of a destructed medium may be evaluated on the basis of this index.

Comparison of geological, geophysical and experimental data revealed that faulting in the lithosphere is taking place according to deformation laws for elastico-viscous and elastico-viscous-plastic bodies. Uniform application of constant load to the mentioned bodies produces uniform-intermittent strain. Frequency of impulses in faulting is determined depending on conditions of deformation and properties of the medium.

Analysis of empirical and experimental data enables to forecast potential seismicity of faults of the lithosphere by geological and geophysical parameters.

ШЕРМАН С.И., Институт земной коры СО АН СССР, г.Иркутск, СССР

ФИЗИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗЛОМООБРАЗОВАНИЯ И СЕЙСМИЧНОСТЬ

Сейсмический процесс можно рассматривать как отражение мегаразрушения литосферы. В зависимости от способа приложения нагрузки образуются главные кинематические разновидности разломов литосферы: раздвиги, сбросы, сдвиги и надвиги. Они характеризуются различными зонами динамического влияния и, следовательно, неодинаковой областью накопления напряжений и выделяемой сейсмической энергией. Изучены сейсмичность разломов сейсмоактивных районов мира, зоны их динамического влияния, а также отношение длин разломов к их количеству.
Между параметрами разломов и сейсмичностью существует корреляционная связь. Сейсмический потенциал разломов усиливается в ряду раздвиги-сбросы-сдвиги-надвиги.
Экспериментально получены аналитические зависимости ширины зоны динамического влияния разломов от их длины, мощности деформируемого слоя, вязкости среды и скорости деформирования. При разрушении материалов различной вязкости и вариациях скорости нагружения изменяется отношение длин трещин к их количеству. По этому показателю можно оценить свойства разрушаемой среды.
Сопоставление геолого-геофизических и экспериментальных данных показало, что разломообразование в литосфере происходит по законам деформирования упруговязкого или упруговязкопластичного тела. При равномерном приложении постоянной нагрузки к названным телам деформация имеет равномерно-прерывистый характер. Частота импульсов трещинообразования оценена в зависимости от условий деформирования и свойств среды.
Комплексный анализ эмпирических и экспериментальных данных дает основание прогнозировать сейсмичность разломов литосферы по геолого-геофизическим параметрам.

SHIRINYAN K.G., KARAPETYAN S.G., Institute of Geological Sciences, Erevan; BADALYAN M.S., Institute of Geophysics and Engineering Seismology of the ArmSSR Academy of Sciences, Leninakan, USSR

REGULARITIES OF LATE OROGENIC VOLCANISM OF ARMENIAN HIGHLAND IN CONNECTION WITH FEATURES OF MAGMATIC CHAMBER FORMATION AND EVOLUTION

Within the Mediterranean Sea folded belt the Armenian highland is an area of maximum manifestation of Late orogenic volcanism (the Upper Pliocene - Quaternary). Deep-seated and space-time regularities of generation and localization of volcanic chambers reflect the specific character of prolonged tectonic evolution of the area in the zone of

interaction of African-Arabian and Euroasiatic plates. The recent tectogenesis of the area is characterized by differentiated vertical block movements. The volcanism is controlled by lineaments of latitudinal, submeridional and diagonal strike and confined to the zones of relative gravity minima (Buge reduction). Faults without noticeable vertical limb shifts served as magmatic canals. From north-west to south-east in the transition from more mobile zones to comparatively more stable ones one can observe the increase of total and potassic alkality of volcanites and a gradual transition to melanocratic rocks, limburgites and nepheline basalts including.

Volcanites are derivatives of mantle, mantle-crust and palingenic magma. The beginning of the Upper Pliocene volcanic cycle (3.5 m.y.) is characterized by flows of mantle olivine (dolerite) basalts related to deep-seated faults of north-eastern extension of African-Arabian rift system. The rocks of crust magmas are represented by the association of rhyolite-dacite volcanites which appeared as a result of melting sialic crust with a partial addition of potash-bearing fluids; the time of manifestation is 2.2-0.3 m.y., the evolutional peculiarities of composition of mantle-crust melts are confined by the boundaries of block structures. In addition to central and fracture types, areal eruptions are more common (ignimbrite including). The chambers of areal volcanism are related to intensive magnetic anomaly, oriented along modern geomagnetic field. Specific are isometric or horizontally stretched shapes of the chambers, the size being 20 km^2 or more. The depth of gravity centres of magnetoactive bodies is approximately the same - up to 3 km below the sea level.

ШИРИНЯН К.Г., КАРАПЕТЯН С.Г., Институт геологических наук, г.Ереван;
БАДАЛЯН М.С., Институт геофизики и инженерной сейсмологии АН Армянской ССР, г.Ленинакан, СССР

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПОЗДНЕОРОГЕННОГО ВУЛКАНИЗМА АРМЯНСКОГО НАГОРЬЯ В СВЯЗИ С ОСОБЕННОСТЯМИ ФОРМИРОВАНИЯ И ЭВОЛЮЦИИ МАГМАТИЧЕСКИХ ОЧАГОВ

В пределах Средиземноморского складчатого пояса Армянское нагорье выделяется как область максимального проявления позднеорогенного (верхний плиоцен-четвертичного) вулканизма. Глубинные и пространственно-временные закономерности генерации и размещения вулканических очагов отражают специфику длительной тектонической эволюции области в зоне взаимодействия Африкано-Аравийской и Евразиатской плит. Новейший тектоногенез области характеризуется дифференцированными вертикальными блоково-глыбовыми движениями. Вулканизм контролируется линеаментами широтного, близмеридионального и диагонального простирания и приурочен к зонам относительных минимумов силы тяжести (в редукции Буге). Магмоподводящими каналами служили разломы без заметных

вертикальных смещений крыльев. С северо-запада на юго-восток при переходе от наиболее мобильных зон к относительно более консолидированным наблюдаются увеличение общей и калиевой щелочности вулканитов и постепенный переход к меланократовым породам, вплоть до появления лимбургитов и нефелиновых базанитов.

Вулканиты являются производными мантийных, мантийно-коровых и палингенных магм. Начало верхнеплиоценового вулканического цикла (3,5 млн. лет) отмечается излияниями мантийных оливиновых (долеритовых) базальтов, связанных с глубинными разломами северо-восточного продолжения Африкано-Аравийской рифтовой системы. Породы коровых магм представлены формацией липарит-дацитовых вулканитов, формировавшихся в результате выплавления сиалической коры при частичном привносе калийсодержащих флюидов; время проявления 2,2-0,3 млн.лет. Особенности эволюции состава мантийно-коровых расплавов ограничиваются границами блоковых структур. Наряду с центральными и трещинными типами, значительно большим развитием пользуются ареальные (в том числе и игнимбритовые) извержения. С очагами ареального вулканизма связаны интенсивные магнитные аномалии, направленные вдоль современного геомагнитного поля. Характерны изометричные или вытянутые в горизонтальном направлении формы очагов площадью порядка 20 км^2 и более. Глубина центров тяжести магнитоактивных тел примерно одинакова - до 3 км ниже уровня моря.

SLAVINA L.B., Institute of Physics of the Earth of the USSR Academy of Sciences, Moscow; PIVOVAROVA N.B., Computational Center of Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Krasnoyarsk, USSR

STRUCTURE OF VELOCITY FIELD OF FOCAL ZONES WITHIN THE CONTINENT AND SUBDUCTION ZONES

According to the elaborated method (Pivovarova, Slavina 1974, 1981) there were calculated three-dimensional fields of P-wave velocities in the areas of earthquake source concentration - focal zones, located within the continent - the Carpathians (Vrancea zone), the Caucasus as well as in the conjunction zone "continent-ocean" - focal zone near Kamchatka coasts. Velocity distribution is of mosaic character in all the three zones taken in horizontal section at the different depth intervals: 0-50km - for the Caucasus, 70-200km - for the Carpathians and 10-200km - for Kamchatka. One can see areas of increased and decreased values. For the Carpathians there can be noted consequent velocity increase from the South-West to the North-East in the vertical transverse section; isoline extension is inclined, almost vertical. Similar morphological velocity distribution

was obtained for conjunction zone "ocean-continent" in Kamchatka, where in the vertical transverse section of focal zone there was observed consequent velocity change from the low values (7.4-7.6km/s), which are typical for the active volcanic areas of Kamchatka itself, to the high ones (8.0-8.2km/s), typical for oceanic plate. Similar velocity distribution in both focal zone raises a question about similar origin of Vrancea focal zone (the Carpathians), which is alike subduction zone.The majority of strong earthquakes corresponds to the areas of the contact of block of low and high velocities in both zones. On the one hand isolines of low velocities (7.4km/s) are deeper than usual and on the other - isolines of high velocities are rising, i.e. gradient is increasing at the depth 110km for two-dimensional velocity sections in focal zone under Kamchatka peninsulas. Velocity structure of the Caucasus differs from the above mentioned. It is not connected with the extension of the main morphological structures in the Caucasus. Extension and location of zones of high velocity gradient coinside with those of transverse faults. Velocity field with prominent zones of transverse extension follows from more acient geotectonic plan. Velocity fields give new information about the crust and mantle structures in focal zones.

СЛАВИНА Л.Б.,Институт физики Земли АН СССР,г.Москва;ПИВОВАРОВА Н.Б., ВЦ СО АН СССР, г.Красноярск, СССР

СТРУКТУРА ПОЛЯ СКОРОСТЕЙ ФОКАЛЬНЫХ ЗОН ВНУТРИ КОНТИНЕНТА И В ЗОНАХ СУБДУКЦИИ

По разработанной методике (Пивоварова, Славина, 1974— 1981 гг.) рассчитаны трехмерные поля скоростей Р-волн от землетрясений в областях концентрации очагов (фокальных зонах), расположенных как внутри континента - Карпаты (зона Вранча), Кавказ,-так и в зоне сочленения континента и океана - у берегов Камчатки. Для всех трех зон в плоском сечении на различных интервалах глубин(от 0 до 50 км для Кавказа, 70-200 км для Карпат и 10-200 км для Камчатки)распределение скорости носит мозаичный характер. Выделяются области повышенных и пониженных значений. В вертикальном срезе вкрест зоны для Карпат наблюдается последовательное увеличение скорости с ЮЗ на СВ, простирание изолиний носит наклонный, близвертикальный характер. Сходное по морфологии распределение скорости нами получено для зоны перехода океан-континент на Камчатке, где при вертикальном сечении вкрест фокальной зоны наблюдается последовательное изменение скорости от низких (7,4-7,6 км/с) значений, характерных для зон активного вулканизма самой Камчатки, до высоких (8,0-8,2 км/с),типичных для океанической плиты. Близость характера распределения скоро-

стей обеих фокальных зон (Камчатки и Карпат) позволяет поставить вопрос о сходстве происхождения фокальной зоны Вранча (Карпаты), близкой к зоне субдукции. В обеих зонах наибольшее количество сильных землетрясений приурочено к областям контакта низко-высокоскоростных блоков. Для двухмерных скоростных разрезов в плоскости простирания фокальной зоны Камчатки под полуостровами наблюдается заглубление изолиний низких скоростей (7,4 км/с) и одновременно снизу подъем изолинии высоких скоростей (8,2 км/с), т.е. увеличение градиента на глубине 110 км. Скоростное строение Кавказа отличается от описанных выше зон. Распределение скорости не наследует простирание основных морфологических структур Кавказа. Зоны высоких градиентов скорости совпадают по простиранию и положению с зонами поперечных разломов. Поле скоростей с выраженными зонами поперечного простирания отражает более древний геотектонический план. Поля скоростей дают представление о строении коры и мантии фокальных зон.

SOLONENKO V.P., Institute of Earth Crust of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Irkutsk, USSR

SEISMOGEOLOGY, GEOPHYSICAL FIELDS OF THE MONGOLIA-OKHOTSK SEISMIC BELT AND EARTHQUAKE PREDICTION

The Mongolia-Okhotsk seismic belt is the most active from the intracontinental seismic zones of the Earth and the most complex in tectonics and neotectonics. Neotectonic structures are presented by orogenic systems of different types and the Baikal rift zone. There is a great number of large fault zones. The Main Mongolian and the Mongolia-Okhotsk lineaments, extending for 3500 km, and fault system of the Baikal rift zone (2000 km) rank among the most significant ones. The majority of strongest earthquakes are located on these three basic structures.

A number of efforts has been made to account for the formation of morphological features and the recent seismicity applying the plate tectonics concept.

Data on foci mechanism, orientation of stresses, directions of seismogenic fracturing, displacements of morphological features at great earthquakes, as well as, data on Cenozoic geology do not agree with any of theories on morphostructure formation and their seismicity. Some scientists attempted to reconcile the "allochtonous" (plate tectonic) and "autochthonous" hypotheses. Nevertheless, they do not agree with actual information.

Comprehensive geophysical research has been performed in the Baikal rift system and the Baikal-Amur track, which showed that neither the Earth crust thickness and its heteroge-

neity, nor the position of the anomalous mantle, gravitational, magnetic and geodetic anomalies have any evident connection with the seismic potential of morphological features. With this in mind, the problem of earthquake prediction seems to be more complex than earlier. For the present, out of its four components only three, i.e. location, force, engineering-geological sequences, are more or less reliably determined from seismological and seismogeological data and the prediction of time is expected to be made only in far future.

СОЛОНЕНКО В.П., Институт земной коры Сибирского отделения Академии наук СССР, г.Иркутск, СССР

СЕЙСМОГЕОЛОГИЯ, ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПОЛЯ МОНГОЛО-ОХОТСКОГО СЕЙСМИЧЕСКОГО ПОЯСА И ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Монголо-Охотский сейсмический пояс - самый активный из внутриконтинентальных сейсмических поясов Земли и самый сложный по тектонике и неотектонике. Неотектонические структуры представлены орогеническими системами разного типа и Байкальской рифтовой зоной. В регионе масса крупных зон разломов, среди которых наиболее важны Главный Монгольский и Монголо-Охотский линеаменты протяженностью по 3,5 тыс.км и система разломов Байкальской рифтовой зоны (2 тыс. км). Все сильнейшие землетрясения приурочены к этим трем генеральным структурам.

Сделано много попыток объяснить формирование морфоструктур и современную сейсмичность с позиций концепции тектоники плит.

Данные по механизмам очагов землетрясений, ориентации тектонических напряжений, направлениям разрывообразования сейсмогенных разломов и непосредственные наблюдения по движениям морфоструктур при мощных землетрясениях, а также данные по кайнозойской геологии полностью или частью не согласуются ни с одной из теорий формирования морфоструктур и их сейсмичностью с позиций плейттектоники. В последнее время предприняты попытки примирить "аллохтонную" - плейттектоническую и "автохтонную" гипотезы. Однако и они вступают в непримиримое противоречие с достоверным фактическим материалом.

В регионе проведен большой объем геофизических исследований. Особенно детально изучены Байкальская рифтовая система и зона Байкало-Амурской железной дороги . Анализ результатов этих исследований показал, что ни мощность земной коры и ее неоднородности, ни положение аномальной мантии, ни гравитационные, магнитные и геодезические аномалии не имеют достоверной связи с сейсмическим потенциалом морфоструктур. В связи с этим проблема предсказания землетрясений представляется еще более сложной, чем казалось ранее. Пока из четырех ее составляющих три параметра (место, сила,

инженерно-геологические следствия) более или менее надежно определяются по сейсмологическим и сейсмогеологическим данным, а прогноз времени отодвигается все на более дальнюю перспективу.

SRIVASTAVA V.K., DALEI S.N. and PANDALAI H.S., Indian School of Mines, Dhanbad, India

INSITU SPECTRAL REFLECTANCE STUDY WITHIN VISIBLE AND NEAR INFRARED REGION OVER VARIOUS ROCK FORMATIONS IN AND AROUND SINGHBHUM REGION

This paper deals with the analysis and interpretation of insitu spectral reflectance measurements within visible and infrared region over the various rock surfaces occurring in and around Singhbhum region with the help of Spectroradiometer developed by the Indian Space Research Organisation, Bangalore.
The area under the present study forms the most complex precambrian terrain of Eastern India. It is characterised by superposed polyphase deformation, metamorphism and igneous activities. Physiographically the area has varied topography constituted of roughly fifty percent hills and fifty percent plain.
In this area spot measurements of reflectance value for representative lithological units have been carried out in field in order to find out characteristics spectral features for interpreting multispectral space borne imagery.
It has been observed that the reflectance value depends on ground conditions of particular rock unit i.e., soil cover, vegetation cover and presence of moisture. Bare and fresh rock shows more reflectance than weathered, stained or altered rock. In general almost all the spectral reflectance curves show more separability among each other in the infrared region rather than in visible region. Further, as the slope of spectral reflectance curve varies in range of wave lengths for particular rock unit, this feature may be taken as basis to process MSS data for optimum digital contrast enhancement.

SRIVASTAVA V.K., MANAVALAN K. and RAVI KUMAR S., Indian School of Mines, Dhanbad, India

SEISMIC REGIONALISATION IN NORTH-EAST INDIA

This paper describes the Average Regional Seismic Hazard Index map of North-East India. Regionalisation has been done on the ba-

sis of Average Regional Seismic Hazard Index (ARSHI) of Cumulative Seismic Hazard Index (CSHI) as described by Howell (1974) normalised to 75 years. Both these factors are related with M.M.Intensity values. Average Seismic Hazard Index differs from previously proposed measures of seismicity in that it compensates for variations in the rate of attenuation of seismic energy with distance.ARSHI being calculated in unit of M.M.Intensity also provides a simple means of estimating the probable size of the largest earthquake within a period of 75 years at any place. More rapid attenuation of intensity with distance has been observed in NW-SE direction than in the NE-SW reduces the difference in hazard between these areas of north-eastern part of India.

The results of this ARSHI map have been discussed further in reference to the tectonic history of the area. Significantly , Shillong Plateau (ARSHI = 9.38 $\pm$ 0.54) and Mishmi Massif extended zone (ARSHI = 9.30 $\pm$ 0.8I) appear to be more hazardous than any other parts of the North Eastern India. Each half square degree area of these zones may experience an earthquake of M.M.intensity IX within an interval of 75 years.

The Indo Burmese zone (ARSHI = 8.63 $\pm$ 0.42) and Eastern Himalayas (ARSHI = 8.80 $\pm$ 0.58) are zones of intermediate hazard whereas Upper Assam (ARSHI = 7.34 $\pm$ 0.47) shows zone of least hazard. The limits of intensity mentioned above for each zones represent the intensity of design earthquake and should be taken as the most probable maximum intensity that is likely to occur anywhere within the zone. But, these limits need not necessary be always the highest intensity that would occur anywhere within given zone. It is possible in some cases that earthquake of much high intensity may occur at any particular spot which is unpredictable. However, civil structures designed with above probable maximum intensity value would ensure a reasonable amount of safety.

STERN T.A., Geophysics Division, Wellington, New Zealand

CRUSTAL STRUCTURE OF THE CENTRAL VOLCANIC REGION, NEW ZEALAND

The Central Volcanic Region is a 10 000 km² area of Quaternary volcanism within the continental structure of the North Island of New Zealand. At least 14 000 km³ of rhyolitic volcanics have been erupted from the Central Volcanic Region in the past 1 My and the average heat flow for the Region is estimated to be about 700 mW/m² (i.e. about 12 times greater than the continental norm.). Seismic refraction experiments carried out within the

Region indicate an anomalously thin (15 km) crust underlain by a low velocity (7.4 km/s) upper mantle. Deep bore holes show that the top 2 km of the crust is composed of low-velocity (0.8 - 3.2 km/s) volcanic rocks, whereas the rock type comprising the remaining 13 km of crust is unknown. However, in order to account for the extraordinarily high heat flow of the Central Volcanic Region it appears necessary that most of the crust consists of newly intruded rocks that are in varying stages of cooling.

STIELTJES Laurent, Bureau de recherches géologiques et minières (B.R.G.M.)
St Denis, La Réunion, France

HISTORICAL VOLCANIC ACTIVITY OF PITON DE LA FOURNAISE (REUNION ISLAND, WESTERN INDIAN OCEAN) : STATISTICAL DATA AND GEOLOGICAL IMPLICATIONS

The Piton de la Fournaise (2635 m) is the active basaltic shield volcano of Reunion island (55°43'E, 21°17'S), built up the Eastern flank of the Piton des Neiges volcano (whose activity dates back 22 000 years B.P.)

The oldes' data on the Fournaise's activity, given by seamen, date from 1644 ; its historical activity is then 340 years. Archives investigations carried out since 1980 by Reunion Geological Survey (BRGM) have brought to light 156 recorded events (i.e. an average of 1 event every 2 years) ; Fournaise is one of the most regularly active volcano in the world. Moreover, its effusion rate is 4 m3/s for the last 50 years (higher than Kilauea and Etna), increasing to 6m3/s for the last 30 years.

97 % of the historical activity occured inside the last U-shaped caldera (8 X 13 km) called Enclos towered by the twinned collapsed craters. For 3,5 centuries, only 5 eruptions occured outside the Enclos (3 % of the activity).

Although the number of known events is great (156), it is insufficient for previsions or volcanic hazards. In terms of quality and precision of archives data, we only took into account the events of the last 150 years (the 1844-1984 period). It should be noted that the data collected are not exhaustive : numerous events, in particular shorter events, are not recorded.

The duration of eruptions is generally short : d < 3 months : 88 %

The duration of eruptions considerably increased these last 50 years, which correlate with an increase of the effusivity rate. This seems to indicate an evolution in the recent volcanic activity.

The duration of intervals between eruptions vary form 2 weeks to 8 years. Some intervals (3 %) are particularly long "5,5 - 8 years", without any clear connection with the duration of previous activity or the volume of magma emitted.

The representation of intervals on a semi-log diagram shows that the eruptive phenomenon is not hazardous. The eruptive process of la Fournaise is neither a simple renewal process nor a superposition of point processes but a simple semi-markov process.

In spite of the fact that, for the whole historical period, this type of activity suggest an actual recharging of high level magma at a roughly constant rate, a detailed study of the succession of eruptions and periods of rest shows that the relations between them are not simple. We cannot consider we have a recharging of a sin-

gle reservoir but probably several little reservoirs. Moreover, we cannot consider there is a single factor determining a volcanic eruption but several ones (and not only of recharging) which must interact to bring about such a phenomenon.

STILLER H.; HURTIG, E.; FRANCK S., Central Institute of Physics of the Earth Acad. Sc., Potsdam, GDR.

SOME PROBLEMS OF COMPLEX INTERPRETATION OF GEOPHYSICAL FIELDS IN EUROPE

The large scale tectonic situation in Europe is characterized by the precambrian East-European Platform (EEP) and surrounding caledonian, hercynian and alpidic foldbelts. The border region between the EEP and Central Europe is one of the most outstanding tectonic lineaments in Europe.

The paper discusses the results of geothermal, deep-seismic, seismological, geoelectric, geomagnetic and laboratory high temperature/ high pressure studies. It is shown that the East-European Platform is anchored deeply within the upper mantle and represents a lateral inhomogeneity of physical and substantial parameters.

STONE D. B. and WITTBRODT P., Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks, USA

PALEOMAGNETIC EVIDENCE AND THE ORIGIN OF THE BERING SEA

Paleomagnetic data from the Alaska Peninsula, Kenai Peninsula, Kodiak Island and the Shumagin Islands indicate paleolatitudes to the south of their present locations in mid Tertiary time. At the assumed time of origin of the Aleutian Island arc (Eocene), the Alaska Peninsula and associated terranes are still about 20° to the south according to their paleomagnetism. Preliminary paleomagnetic data from rocks of Oligocene age from the Aleutian Islands are consistent with the Aleutian arc forming to the south and moving north with the other southern Alaskan terranes. If the Aleutian arc moved northwards in this fashion, the question arises as to how much of the Bering Sea shelf north of the arc moved northwards, and how much was in-place with respect to North America by mid Tertiary time. Preliminary paleomagnetic data of latest Cretaceous, earliest Tertiary age from St. Matthew Island on the Bering Sea shelf show a paleolatitude not significantly different from the paleolatitude expected if it was fixed with respect to North America. However, the circle of 95° confidence about the mean is about 10°, with the mean value indicating a slightly southerly paleolatitude. It is hoped that by the meeting for which this abstract has been prepared, the final compilation of St. Matthew Island data will be completed, and higher precision results available. Hopefully this will resolve whether or not St. Matthew Island has been displaced with respect to North America, and put constraints on relative motions that may have occurred within the Bering Sea shelf area.

SURKOV V.S., LOTYSHEV V.I., MORSIN P.I., REMPEL G.G., Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources of the USSR Ministry of Geology, Novosibirsk, USSR

METHODOLOGY FOR INVESTIGATION OF DEEP STRUCTURE OF SIBERIA

Simulation is the main element in modern methodology for investigation of Siberia deep structure. Gravity prospecting is taken as a basic geophysical method on which the original model is corrected. Simulation of the Earth crust structure in gravity field was realized through a complex of methods for determination of the mantle density characteristics and lithosphere thickness, the Earth crust thickness and depths of crystalline and folded basements, Siberia areal zonation according to the types of tectonic development of structural elements, for the study of structural features of Pre-Karelikum, Karelikum, Baikalian, Caledonian and Hercynian megacomplexes. The application of the elaborated technique for complex interpretation of geological and geophysical information resulted in new data on deep structure of Siberia. The paper presents the modern views on the structure of subcrustal layer, surface relief of the folded (the West Siberian plate) and crystalline (the Siberian Platform) basement as well as structural features of lithosphere and Siberia megacomplexes along key sections.

СУРКОВ В.С., ЛОТЫШЕВ В.И., МОРСИН П.И., РЕМПЕЛЬ Г.Г., Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья (СНИИГГиМС) Министерства геологии СССР, г.Новосибирск, СССР

МЕТОДОЛОГИЯ ИЗУЧЕНИЯ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ СИБИРИ

Основой современной методологии изучения глубинного строения Сибири является моделирование. В качестве базового геофизического метода, по данным которого корректировалась первоначальная модель, взят гравиметрический метод.

Моделирование структуры земной коры в гравитационном поле осуществлялось на основе применения методических приемов по определению плотностных свойств мантии, мощностей литосферы и земной коры, глубин залегания кристаллического и складчатого фундаментов, районированию территории Сибири по типам тектонического развития структурных элементов, изучению особенностей строения докарельских, карельских, байкальских, каледонских и герцинских мегакомплексов.

В результате применения разработанной методологии комплексной интерпретации геологических и геофизических материалов получены

новые данные о глубинном строении территории Сибири. В статье приведены современные представления о строении подкорового слоя, рельефа поверхности складчатого (Западно-Сибирская плита) и кристаллического (Сибирская платформа) фундаментов, а также особенности строения литосферы и мегакомплексов территории Сибири вдоль опорных разрезов.

TARAKANOV R.Z., Sakhalin Complex Research Institute of the Far East Scientific Centre of the USSR Academy of Sciences, USSR

ASTHENOSPHERIC LAYERS AND THEIR ROLE IN THE TECTONIC LIFE OF THE CONTINENT - TO - OCEAN TRANSITION ZONE

Asthenospheres are an important structural feature of the Earth, and they can vary their properties (viscosity in particular) within very wide limits depending on the stresses applied to them and the existing thermodynamic conditions. As for instance, the asthenospheres are expressed weakly beneath shields and platforms, they are traced rather well under mountain structures and mid-ocean ridges and they are expressed very distinctly under tectonically active areas. Here they are kind of "enlivened", becoming the most active structural elements in the formation and evolution of a geosynclinal system. The observed structural features of the continent - to - ocean transition zone can be explained satisfactorally if it is assumed that the processes of primary partial melting and formation of easily fusible components and fluids occur in the domains where seismic focal zones are crosses by asthenospheric layers. Four such domains have been distinguished (coauthored by N.V.Leviy) within the Kuril - Kamchatka region and Japan at depths of 60-90, 120-160, 220-300, and 370-430 km. As for instance, for the Kuril region over each domain where the asthenosphere crosses the focal zone is overlain by a certain structure whose formation and evolution can probably be explained by upper mantle material differentiation processes: the first asthenosphere is overlain by the Lesser Kuril Arc that extends northeast as the Vityas Ridge, the second asthenosphere is overlain by the Great Kuril Arc, the third one by the Kuril Basin. The new data on anomalies and seismic wave absorption, and on magnetotelluric sounding results testify to the effect that the first two asthenospheres extend beyond the focal zone at least as far as Sakhalin and Primorie. The anomalous domain distinguished under the Kuril Basin at a depth of 70-100 km by high seismic wave absorption appears to be located within the asthenosphere.

ТАРАКАНОВ Р.З., Сахалинский комплексный научно-исследовательский институт ДВНЦ АН СССР, г.Южно-Сахалинск, СССР

АСТЕНОСФЕРНЫЕ СЛОИ И ИХ РОЛЬ В ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ЖИЗНИ ЗОНЫ ПЕРЕХОДА ОТ КОНТИНЕНТА К ОКЕАНУ

Астеносферы являются важной особенностью строения Земли и могут изменять свои свойства (в частности, вязкость) в очень широких пределах в зависимости от приложенных к ним напряжений и существующих термодинамических условий. Например, астеносферы слабо выражены под щитами и платформами; достаточно хорошо прослеживаются под горными сооружениями и срединно-океаническими хребтами и очень отчетливо они выражены под тектонически активными районами. Здесь они как бы "оживают", становясь активнейшими структурными элементами при формировании и развитии геосинклинальной системы. Наблюдаемые особенности в строении области перехода от континента к океану могут быть удовлетворительно объяснены, если предположить, что процессы первичного частичного плавления и образования легкоплавких компонентов и флюидов происходят в областях пересечения сейсмофокальных зон астеносферными слоями. В пределах Курило-Камчатского региона и Японии автором с Н.В.Левым выделено 4 таких области на глубинах 60-90, 120-160, 220-300 и 370-430 км. Например, для Курильского региона над каждой областью пересечения астеносферы с фокальной зоной располагаются определенные структуры, формирование и развитие которых можно, по-видимому, объяснить процессами дифференциации вещества верхней мантии: над первой астеносферой Малая Курильская дуга, продолжающаяся на северо-восток в виде хребта Витязь, над второй астеносферой Большая Курильская дуга, над третьей - Курильская котловина. Новые данные по аномалиям и поглощению сейсмических волн, а также результаты магнитотеллурического зондирования свидетельствуют о том, что первые две астеносферы продолжаются за пределы фокальной зоны, по крайней мере до Сахалина и Приморья. Аномальная область, выделенная под Курильской котловиной на глубине 70-100 км по высокому поглощению сейсмических волн, располагается, по-видимому, в пределах астеносферы.

TARLING DON H., Department of Geophysics, University, Newcastle upon Tyne, England

PROBLEMS IN PALAEOZOIC PALAEOMAGNETISM

Examination of the available Palaeozoic palaeomagnetic data shows widespread evidence for remagnetization and tectonic deformations that obscure or distort the observed geomagnetic field directions. The assumption of an axial geocentric dipole and problems caused by polarity transitions are insignificant

compared with the necessity to decipher the different components of remanence. This analysis is most effectively carried out on individual vectors, but this only establishes the presence of different components and not necessarily their age. The widespread assumption that the component of the highest coercivity or highest blocking temperature is invalid in many instances, especially where heatite has formed secondarily.

TARLING DON H., Department of Geophysics, University, Newcastle upon Tyne, UK

THE EVOLUTION OF THE EARTH'S CRUST

The Earth's crust shows evidence for three fundamental tectonic regimes. The absence of continental crust before Archaean times, small scale Archaean tectonic patterns, and Proterozoic and later large scale tectonic activity. These regimes can be explained in terms of gradual changes in the lithospheric thickness which lead to the sudden initiation of continental crustal development at the start of Archaean times. The thickness of the lithosphere and convection rates in the Archaean result in small scale tectonic features. Slow lithospheric thickenning eventually led to the base of the continental lithosphere entering the granulite grade granulitic zone of metamorphic stability. This resulted in the differentiation of the continental lithosphere and the establishment of extensive continental stability that was eventually to be broken by convective activity when the strength of continental zones of weakness become comparable with that of oceanic lithosphere.

TAVARTKILADZE Sh.A., Institute of Geophysics of the Academy of Sciences of the Georgian SSR, Tbilisi, USSR

THE BASIC PRINCIPLES OF INTERPRETATION OF THE RESULTS OF MAGNETO-TELLURIC STUDIES IN MOUNTAIN REGIONS

At present, the Earth's variable electromagnetic field is extensively used for the Earth's deep structure studies. The magnetotelluric sounding is considered here to be the basic method of analysis. The theoretical basis of MTS is the mathematical model offered by A.Tikhonov and L.Caniar in which the horizontally-homogenious layered Earth is considered, and a plane electromagnetic wave is incident on its plane surface. Extensive theoretical and experimen-

tal investigations showed that this method is promising not only for geophysical prospecting but also for the Earth's crust and upper mantle studies.

Numerous studies showed that the application of this model for the interpretation of MTS data in mountain regions may lead to erroneous conclusions relative to geological structures. The mathematical modelling of MTS was done for inhomogenious media with the account of the influence of the Earth relief. Numerical methods and algorhythms have been elaborated for solving MTS theoretical problems of broad class of structural models of layered inhomogenious media typical for mountain regions and for different polarizations of primary electromagnetic field. The obtained numerical results allow to carry out a single-valued geological interpretation of MTS data obtained in mountain regions thus considerably extending possible application of this method and presenting its subsequent development.

The interpretation of the deep MTS curves obtained in the Caucasus has been done on the basis of elaborated methods which prove its high efficiency.

ТАВАРТКИЛАДЗЕ Ш.А., Институт геофизики АН ГССР, г.Тбилиси, СССР

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ИНТЕРПРЕТАЦИЙ РЕЗУЛЬТАТОВ МАГНИТОТЕЛЛУРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ГОРНЫХ РАЙОНАХ

В настоящее время переменное электромагнитное поле Земли широко используется для исследования глубинного строения Земли. Основным методом исследования здесь является МТЗ- магнитотеллурическое зондирование. Теоретической основой МТЗ является математическая модель, построенная А.Тихоновым и Л.Каньяром, в которой рассматривается горизонтально-однородная слоистая Земля, на плоскую поверхность которой падает плоская электромагнитная волна. Обширные теоретические и экспериментальные исследования показали перспективность применения метода как для разведочных целей, так и для целей изучения коры и верхней мантии Земли.

Многочисленные исследования показали, что применение этой модели для интерпретации данных МТЗ, проведенных в горных районах может привести к ошибочным геологическим построениям. Проведено математическое моделирование МТЗ в неоднородных средах с учетом влияния рельефа Земли. Разработаны численные методы и алгоритмы решения задач теорий МТЗ для широкого класса моделей строения слоистых неоднородных сред, характерных для горных районов, для различных поляризаций первичного электромагнитного поля. Полученные численные результаты позволяют проводить однозначную геологическую интерпретацию данных МТЗ, полученных в горных районах, что существенно рас-

ширяет возможности применения метода и является ее дальнейшим развитием.
На основании разработанной методики проведена интерпретация кривых глубинных МТЗ, полученных на Кавказе, что доказывает ее высокую эффективность.

TAYLOR P.T., Geophysics Branch, NASA/Goddard Space Flight Centre Greenbelt, Maryland, USA.;
FRAWLEY J.J., Science Systems and Applications, Inc.Seabrook, Maryland, USA

EXAMINATION OF THE CONTRIBUTION OF REMANENT MAGNETIZATION TO LONG-WAVELENGTH MAGNETIC ANOMALIES

In order to investigate the possible contribution of remanent magnetization to satellite derived long-wavelength magnetic anomalies a study was made of the Kursk region of the Soviet Union, the world's largest magnetic anomaly. We selected portions of some sixty MAGSAT (magnetic satellite) profiles between 40 and 65 degrees north latitude and 15 and 45 degrees east longitude. Only those satellite orbits between 340 and 360 kilometers altitude and occuring during extremely quiet main-field days ($Kp<2o$) were used. Since the ascending and descending orbits intersect at low angles we were able to adjust these data to minimize the crossing errors; in a manner similar to aeromagnetic data reduction. There is a good agreement between the magnetic anomaly map of the Soviet Union and the satellite derived map.

At this altitude, around 350 kilometers, the Kursk total-field anomaly has a positive amplitude of 26 nT with a negative trending to the northwest of -14 nT. The half-wavelength is 1100 kilometers. Since MAGSAT acquired both scalar and vector field measurements; the north-south, east-west and vertical components were also plotted for this region.

Two simple tabular blocks were used to model the magnetic anomaly field of the Kursk region. These blocks had susceptibilities of 0.036 (for the Kursk anomaly) and 0.025 (for the surrounding region to the west) SI units. The blocks were both taken to be 35 kilometers thick and 800 and 1600 X 10^3 square kilometers respectively.

While this simple block modeling procedure provides a better fit to the observed data when a remanent component of magnetization is added to the inducing field the improvement is marginal. Other analytical methods, previously developed, to determine the contribution of remanent magnetization are to be applied to this Kursk satellite magnetic anomaly data set.

TENG JI-WEN, WEI SI-YU, Institute of Geophysics, Academia Sinica, China

THE DISTRIBUTIONAL CHARACTERISTICS AND GENESIS OF LOW RESISTIVITY LAYER AND LOW VELOCITY LAYER OF THE UPPER MANTLE AT PART OF EAST CHINA AND PART OF WEST CHINA

This paper is based on the low velocity layer and the buried depth of low resistivity and the distributional characteristics of the

Upper mantle determined by the methods of group velocity of surface wave, body waves of natural earthquakes, P wave of artificial explosion seismics and geomagneto-teluric deep sounding with long period, which have been made in recent years to study the low resistivity and low velocity layer and the structures of the Upper mantle at East and West China.

From what was obtained at present we can see that at some regions of the provinces such as Shan dong, He bei, west Shan dong, Beijing, Tian Jin, Tang Shan, Ning xia, Gan Su, Iner Mongolia and so on, the buried depth of low resistivity of the Upper mantle is about 70-80 km or so, while at Xing tai region of North China, Tibetan plateau, Jing-Jin-Tang and even at their further northern part zone, the results of explosive seismics and natural earthquakes have shown that the depth of the low velocity layer at Upper mantle is about 70-I00 km or so.

All this indicates that on the whole the low velocity layer and low resistivity of the Upper mantle are in accordance with each other and also have the same mechanism and genesis-namely it is the results of partial melting of mantle matter.

.IFONOV P.G.,KHOHLOV M.T., LAZARENKO Yu.N., Institute of Mineral Resources, Dniepropetrovsk Department, Dniepropetrovsk, USSR; KRIVCHENKOV B.S., Ministry of Geology of the UkSSR, Kiev, USSR

CONVERTED REFLECTED SEISMIC WAVES IN STUDING TECTONICS COAL DEPOSITS

Converted waves were studied in nine areas of the Big Donbass region for their use to improve the possibility of forecasting dislocations with break in continuity of coal-containing deposits by means of seismic surveying.

The industrial presence of coal in the basin is connected with the formation of Lower and Middle Carboniferous period represented by terrigenic rocks with thin layers of limestone and coal. Thickness of lithological differences varies from parts of meter to decades of meters. That of Mesocenozoic layers are not more than 500 m.

The section is differentiated according to the seismic waves velocities. Vsi/Vs(1+1) ratio of contact rocks is 0,50-0,96; for inverted velocities it is I,08-I,75. K - parameter is Vp/Vs =I,80-5,17. Strong exchange borders exist in the section. Ratio of effective coefficients of wave absorption is ds/dp =2-3.

In VSP PS-waves are registered at X,Y,Z - components from exchan - ge borders situated at the depths of 50-3500 m. Reflection borders of PP and PS-waves coincide. PP and PS oscillation amplitudes are

commensurable. Maximum of PS-spectrum is displaced to low frequencies by 5-10 Hz in comparison to the analogical characteristics of longitudinal waves. PS-waves are aggregately polarised. During the positional observations PS - reflections are steadily traced, some of them have basic character. The selection according CDP enlarges reliability of reflection correlation. When summarising taking account of seismic ray asymmetry is carried out with γ - parameter, which is Vs/Vp = 0,3-0,4.

The resolving ability of PS-waves is increased with the growth of K - parameter. It seems possible to forecast dislocations with the break in bed that have the slip amplitude of 10-15 m.

ТРИФОНОВ П.Г., ХОХЛОВ М.Т., ЛАЗАРЕНКО Ю.Н., Институт минеральных ресурсов, Днепропетровское отделение, г.Днепропетровск; КРИВЧЕНКОВ Б.С., Министерство геологии УССР, г.Киев, СССР

СЕЙСМИЧЕСКИЕ ОБМЕННЫЕ ОТРАЖЕННЫЕ ВОЛНЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕКТОНИКИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Обменные волны исследованы на девяти площадях Большого Донбасса с целью их использования для повышения разрешающей способности сейсморазведки при прогнозировании разрывных нарушений угленосных отложений.

Промышленная угленосность бассейна связана с образованиями нижнего и среднего карбона, представленными терригенными породами с тонкими слоями известняков и углей. Мощность литологических разностей колеблется от долей метра до десятков метров. Мезо-кайнозойский покров не превышает 500 м.

Разрез дифференцирован по скоростям сейсмических волн. Отношение $Vst/Vs(i+1)$, контактирующих пород составляет 0,50 - 0,96; при инверсии скорости - 1,08 - 1,75. Параметр $K = Vp/Vs$ = 1,80 - 5,17. В разрезе присутствуют сильные границы обмена. Отношение эффективных коэффициентов поглощения волн в интервале глубин 50 - 800 м $\alpha s/\alpha p = 2 \div 3$.

При ВСП PS-волны регистрируются на X,Y,Z - компонентах от границ обмена, залегающих на глубинах 50 - 3430 м. Отражающие границы PP- и PS-волн совпадают. Амплитуды колебаний PP и PS соизмеримы. Максимум спектра волн PS смещен в сторону низких частот на 5 - 10 Гц по сравнению с аналогичной характеристикой продольных волн. PS-волны сложно поляризованы. При позиционных наблюдениях отражения PS прослеживаются устойчиво, некоторые из них носят характер опорных. Селекция по ОГТ повышает надежность корреляции отражений.

Суммирование с несимметричными выборками выполнялось с параметром $\bar{\gamma} = \bar{V}s / \bar{V}p = 0,3 - 0,4$.
Разрешающая способность PS -волн возрастает с увеличением параметра K. Представляется возможным прогнозировать разрывы пластов с амплитудой смещений 10 - 15 м.

UYEDA S. and HONDA S., Earthquake Research Institute,
University of Tokyo, Tokyo, Japan

HEAT FLOW IN EAST ASIA AND WESTERN PACIFIC AND IT'S TECTONIC SIGNIFICANCE

Heat flow distribution in East Asia and Western Pacific Ocean is reviewed. The deep western Pacific region shows uniform sub-normal heat flow, agreeing with the theoretical prediction from cooling plate models. Trenches are generally characterised by lower heat flow, with the exception of the Nankai Trough area which shows anomalously high heat flow. The high heat flow in Nankai Trough is considered as a characteristic of subduction of young oceanic lithosphere. Back-arc basins are characterired by high heat flow. It apears that high heat flow in back arc basins is related to sea-floor spreading origin of these basins. Presently active spreading basins, such as the Mariana Trogh, Okinawa Trogh and Andaman Sea show extremely high and variable heat flow testifying to the existence of hydrothermal activity. Taking the northeast Japan arc as a typical case, some detailed modeling of thermal regime has been made to explain the observed zonal heat flow distribution.
Vast shallow-water areas in the East Asian region has not been studied well so far, except for certain off-shore oil wells, which reveal high heat flow in such areas as Sunda Shelf and Gulf of Thailand. Application of oceanic heat flow techniques to shallow seas has been in progress in Japan and it is planned to make measurements in the east and south China Seas in near future through international cooperation.
Heat flow in the land areas of the region has not yet been explored except in Japan, Sumatra, Java, Thailand, Korea and some parts of far-east USSR and eastern central China, but a good possibility exists that it will be done in near future through international cooperation. One of the major problems in the Asian region is the heat flow associated with collisional events. In this regard, heat flow studies in such areas as Himalaya, Taiwan, Philippine, Hokkaido and New Guinea are urgently needed.

VALDES RAMOS J.J., GIL RODRIGUEZ J. L., Instituto de Geofisica y Astronomia de la Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, Cuba

SOME RESULTS OF THE JOINT USE OF GEOPHYSICAL AND GEOMATHEMATICAL METHODS IN THE STUDY OF TWO EXPERIMENTAL KARSTIC AREAS

Results of the geophysical and mathematical processing works performed in two experimental karstic areas in Cuba are presented, as a part of a research program about the efectivity of geophysical methods in the study of karst plains developed in tropical conditions. Both areas belongs to the same geologic, geomorphologic and hydrogeologic unit but with different characteristics concerning the endokarst developed in them. Geophysical methods as self potential, electrical resistivity profiling (simetrical, combined, dipolar and unipolar) at two spacings, pedestrial gamma ray total intensity, VLF, magnetometry and electrical vertical sounding were used.

For the mathematical processing, automatic systems for information decomposition in the time series of the physical fields and detection and correlation of anomalies were used, as well as the methods of principal components, factor analysis and pattern recognition directed to exploratory data analysis.

This techniques were useful in tasks of mapping such as the delimitation of greatest karst development as well as in the detection of underground carities and their main directions of development and the selection of the best spacings for electrical profilling, the automatic construction of maps for the distribution of equivalent geoelectrical sections, and in general in the complex interpretation of geophysical methods with mathematical techniques free from assumptions about the structure of data.

VALENCIO D.A., Departamento de Ciencias Geologicas, Universidad de Buenos Aires, Argentina

A NEW EVIDENCE ABOUT THE AGE OF THE LAND BRIDGE BETWEEN SOUTH AND NORTH AMERICA

It has been indicated that beginning of the major faunal interchange between South and North America occurred during the Late Pliocene. Northamerican mammal fossils were found in Argentinian sediments included in the Montehermosense Land Mammal Age assigned to the Late Pliocene suggesting the establishment of a land bridge between South and North America.

Magnetostratigraphy registered in a sequence of Late Cenozoic sediments included in the Ensenadense Land Mammal age (two faunistic units younger than the Montehermosense, Middle Pleistocene), exposed on the walls of two excavations carried out in the City of Buenos Aires (Argentina), suggests a Matuyama-Late Gauss magnetic age (0.7 my, Middle Pleistocene - 2.84 my, Late Pliocene) for these sediments. This suggests that the beginning of the major faunal interchange between South and North America occurred before Late Pliocene; therefore the establishment of the land bridge between South and North America occurred even earlier than Late Pliocene.

VAN DER VOO ROB, REX J. JONSON, Department of Geological Sciences, University of Michigan, USA; HERVE PERROUD, Institut de Géologie, Université de Rennes, France

A CALEDONIAN TO HERCYNIAN HISTORY OF COLLISIONS IN THE NORTH AMERICAN APPALACHIANS ON THE BASIS OF PALEOMAGNETIC DATA

Paleozoic paleomagnetic data have become available for the North American Craton, suspected displaced terranes along the eastern coast of North America, as well as the Hercynian massifs of France and the Iberian Peninsula, which allow us to refine plate tectonic models for the assembly of Pangea in Late Paleozoic time. Late Precambrian, Cambrian and new Ordovician paleomagnetic poles for the Avalon terrane in Nova Scotia (Canada), the Piedmont province in Delaware (U.S.A.), the Armorican Massif of Brittany and the Vendée (France) as well as Spain and Portugal, uniformly indicate high paleolatitudes. This indicates that these areas were located adjacent to the West African craton which was situated at the pole in Ordovician time. In all likelihood southern England and Wales, and the Bohemian massif in Czechoslovakia, also belonged to this peri-Gondwanian terrane that has been called the Armorica plate.

By Middle to Late Devonian time, paleomagnetic inclinations from Nova Scotia and northern Spain, as well as other Hercynian European areas, indicate a near-equatorial paleolatitude for Armorica, in a position adjacent to the North American Craton and the Baltic Shield/Russian Platform. Consequently, Armorica must have traveled away from Gondwana after the Ordovician and collided with North America and Baltica during the Caledonian/Acadian orogeny. North America and Baltica collided more or less at the same time, closing the ancient Iapetus ocean between them, and a picture emerges of the three plates (Baltica, North America and Armorica) coalescing at the same time in Late Silurian to Middle Devonian time. In southernmost Portugal, a Devonian result from the Beja gabbro shows a much higher paleolatitude, in agreement with the Devonian result for Gondwana obtained from the Msissi norite. This is interpreted as indicative of a wide ocean between Gondwana and the combined Armorica/North America/Baltica continent (the Old Red Continent) still existing in Late Devonian time.

During the Carboniferous (Visean to Westphalian) Gondwana collided with the Old Red Continent in a prolonged fashion. The result was the Hercynian-Appalachian-Ouachita-Mauritanide orogenic belts. Internal deformation in Hercynian Europe, as well as strike-slip movements along pre-existing (Caledonian) lines of weakness, can be interpreted as due to a rigid indentor ("die") not unlike recent models for the India-Asia collision.

VANYAN L.L., P.P.Shirshov Institute of Oceanology of the USSR Academy of Sciences, Moscow; GORDIENKO V.V., S.I.Subbotin Institute of Geophysics of the UkrSSR Academy of Sciences, Kiev, USSR

ASTHENOSPHERE BY ELECTROMAGNETIC AND GEOTHERMAL DATA

Since there is a strong dependence of the electrical conductivity on temperature, both geoelectrics and geothermics are investigating the same object, i.e. the thermodynamic anomalies of the asthenosphere. For this purpose the influence of local surficial inhomogeneities must be first of all eliminated in both methods. These inhomogeneities have different nature: contrasts of the thermal conductivity and hydrothermal activity or contrasts of the electrical conductivity. There are significant differences in interpretation of regional EM and geothermal anomalies. For the EM-method the sounding field is generated by the varying electrical currents in the outer space. As to the geothermal fields, their sources are the upper mantle anomalies under investigation and the radiogenic elements in the crust. Partial melting is indicated if the calculated temperature reaches the solidus. The inversion, which is based on the skin-effect theory, transforms the EM impedance values measured at the Earth's surface in a broad frequency band into the resistivity/depth dependence. Resistivity values much lower than 10^2Ohm.m indicate the partial melting. It is useful to combine electromagnetic and geothermal techniques since they are based on independent physical principles.

Some results are as follow : 1. Both thermal and electromagnetic fields do not suggest the melting in the asthenosphere beneath Precambrian plates. 2. Sea-bottom magnetotelluric soundings in the North Pacific indicate a well-developed partially molten zone. Its conductance decreases from 10^4S near the axis of the East Pacific Rise to about 10^3 S at the oldest part of the North Pacific near the Marianna Islands. Interpretation of the geothermal data, which is based on the conductive part of the measured heat flow, is a difficult problem near to the Rise axis. Far from it the heat flow shows the deepening of the asthenosphere with age. 3. Partially molten asthenospheric zones are investigated by both electromagnetic and geothermal data in some transition areas (i.e., the Okhotsk Sea and Western North America) and in intracontinental active areas (i.e., the Pannonian Basin).

ВАНЬЯН Л.Л., Институт океанологии им. П.П.Ширшова АН СССР, г.Москва;
ГОРДИЕНКО В.В., Институт геофизики им. С.И.Субботина АН УССР, г.Киев, СССР

АСТЕНОСФЕРА ПО ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ И ТЕПЛОВЫМ ДАННЫМ

Сильное влияние температуры на электропроводность приводит к тому, что объектом исследования как геотермики, так и геоэлектрики являются термодинамические аномалии астеносферы. Для их изучения оба метода должны прежде всего избавиться от влияния локальных приповерхностных неоднородностей, т.е. использовать региональный фон. Однако природа искажений различна: либо конвективный вынос тепла и контрасты теплопроводности, либо контрасты электропроводности. Совершенно различны и физико-математические основы интепретации регионального фона. Источники магнитотеллурических полей - электрические токи в космосе. Источники тепловых полей - это исследуемые объекты верхней мантии, а также радиогенные элементы в коре. Частичное плавление отмечается пересечением расчетной геотермы с постулируемой зависимостью солидуса от глубины. Используя магнитотеллурический импеданс, измеренный в широком диапазоне частот, с помощью теории скин-эффекта получают информацию о глубинном распределении электропроводности. Астеносферные зоны частичного плавления выделяются значениями сопротивления ниже 100-70 Ом·м. Благодаря принципиальным различиям физических основ геоэлектрики и геотермики их данные об астеносфере независимы. Это дает основание для комплексного использования обоих методов. Отметим некоторые результаты.

1. Под докембрийскими платформами расчетные геотермы не пересекают кривую солидуса. По электромагнитным данным не выделяются хорошо проводящие слои в верхней мантии. По-видимому, астеносфера не содержит базальтовой выплавки.
2. Магнитотеллурические зондирования в северной части Тихого океана указывают на существование астеносферного слоя частичного плавления. Его полная проводимость закономерно убывает от 10^4 см вблизи Восточно-Тихоокеанского поднятия до 10^3 см у Марианского желоба (возраст свыше 160 млн.лет). Интерпретация геотермических данных, основанная на использовании кондуктивной части теплового потока, вблизи оси рифта осложнена гидротермальной активностью. С удалением от оси характер геотерм указывает на погружение кровли астеносферы.
3. В областях перехода от океана к континенту (Охотоморский регион, запад Северной Америки), а также в активных областях континентов (Паннонский бассейн, Байкальская рифтовая зона) выделяются по геотермическим или электромагнитным данным астеносферные зоны частичного плавления (в Байкале только по МГЗ).

VELIKHOV E.P., ZHUKOV B.P., Ac. Sci. of the USSR, Moscow, USSR; GORBUNOV G.I., BEL'KOV I.V., ZHAMALETDINOV A.A., TOKAREV A.D., KIRILLOV S.K., Geological Institute of Kola Branch of the USSR Ac. Sci., Apatity, USSR; LISIN A.S., EVSTIGNEEV V.V., KUKSA Yu.I., POLTANOV A.E., Institute of Atomic Energy, Moscow, USSR; VANJAN L.L., DEMIDOVA T.A., Institute of Oceanology of the USSR Ac. Sci., Moscow, USSR

DEEP ELECTROMAGNETIC INVESTIGATIONS ON THE KOLA PENINSULA BY MEANS OF MHD-GENERATOR

Deep electromagnetic investigations on the territories of ancient shields have great scientific interest for understanding of the nature and structure of the conductivity of the lithosphere. Favourable possibilities for deep soundings are opened here due to the absence of the sedimentary cover which screens electromagnetic fields. Deep electromagnetic soundings have being carried out since 1976 on the Kola peninsula by means of the MHD-installation "Khibiny". A powerful MHD-generator provides the current power upto 20 kA, that allows to receive sounding signals up to distances 450 km. On the basis of analogue and digital measurements a lot of data have been obtained on space and time features of the electromagnetic field of the MHD-source "Khibiny". The analysis of signals in the frequency and time domains using mathematical and analog modelling has provided the data interpretation.

Sinchronous measurements of signals from a single source have given a possibility to map out the area of Kola peninsula and Northern Karelia by electrical properties. Several conducting zones which are correlated with mineral deposits have been distinguished. A deep electrical section has been studied in the outcrops of the most ancient basement. This section is characterized by gradual increasing of the resistivity from 10^3 - 10^4 Ohm.m (near the surface of the Earth) up to 10^5 - 10^6 Ohm.m (at the depth 10+20 km). The high temperature layer in the upper mantle has been determined as a high - conducting zone at the depths 100-150 km; decreasing of resictivity begins at the depths 30-40 km. No intermediate layer has been observed in the studied interval of depths. This permits to consider the geoelectrical section of the Baltic shield as a typical one for the basement of shields and stable platforms. It has been found that the power of the MHD-installation is high enough to begin deep soundings of the Baltic shield on the territory of Finland, where the conditions for signal measurements are very favourable.

ВЕЛИХОВ Е.П., ЖУКОВ Б.П., Академия наук СССР, г.Москва; ГОРБУНОВ Г.И., БЕЛЬКОВ И.В.,ЖАМАЛЕТДИНОВ А.А.,ТОКАРЕВ А.Д.,КИРИЛЛОВ С.К.,Геологический институт Кольского филиала АН СССР,г.Апатиты;ЛИСИН А.С.,ЕВСТИГНЕЕВ В.В.,КУКСА Ю.И.,ПОЛТАНОВ А.Е.,Институт атомной энергии, г. Москва; ВАНЬЯН Л.Л.,ДЕМИДОВА Т.А., Институт океанологии АН СССР, г. Москва,СССР

ГЛУБИННЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА КОЛЬСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ МГД-ГЕНЕРАТОРА

Глубинные электромагнитные исследования на территориях щитов представляют большой научный интерес для понимания природы и структуры электропроводности литосферы. Благоприятные возможности для изучения больших глубин здесь открываются благодаря отсутствию осадочного чехла, экранирующего электромагнитные поля. С 1976 г. глубинные электромагнитные зондирования выполняются на Кольском полуострове с использованием МГД-установки "Хибины". Мощный импульсный МГД-генератор обеспечивает ток в возбуждающем контуре до 20 кА, что позволяет регистрировать полезный сигнал на удалениях до 450 км. С помощью аналоговой и цифровой измерительной аппаратуры накоплен большой объем информации о пространственной и временной структуре поля МГД-источника "Хибины" . Интерпретация данных осуществляется на основе анализа сигналов в частотной и временной области с использованием математического и физического моделирования.

Синхронная регистрация сигналов единого мощного источника в различных пунктах позволила осуществить картирование территории Кольского полуострова и Северной Карелии по электрическому сопротивлению. Выделены проводящие зоны, с которыми могут быть связаны новые месторождения полезных ископаемых. Глубинный электрический разрез изучен в районах выходов древнейшего нижнеархейского фундамента. Он характеризуется постоянным увеличением удельного сопротивления от 10^3-10^4 Ом.м у поверхности до 10^5 - 10^6 Ом.м на глубинах 10-20 км. Высокотемпературный слой в верхней мантии фиксируется в виде проводящего слоя на глубинах 100-150 км; при этом спад сопротивления начинается с глубин 30-40 км. В изученном интервале глубин не отмечено четких промежуточных проводящих слоев, что позволяет выбрать геоэлектрический разрез Балтийского щита в качестве эталонного разреза фундамента для щитов и стабильных платформ.

Мощность МГД-установки оказалась достаточной, чтобы приступить к глубинному зондированию недр Балтийского щита на территории Финляндии, где имеются в высокой степени благоприятные условия для приема сигналов.

VERMA R.K., Indian School of Mines, Dhanbad, India

NATURE OF FAULT MOVEMENT IN HINDUKUSH, PAMIR AND KARAKORAM REGIONS

The effects of Alpine orogeny and collision between Indian and the Eurasian plates extends from the Himalayas in the South to as far as Tien Shan in the North. These effects have been studied from the analysis of nearly 225 focal mechanism solutions reported by several workers for the area lying between 32° to 40°N, and 68° to 80°E.

The collision has resulted in large scale strike-slip faulting along some of the major faults including Pamir Alai fault, South Pamir fault, Middle Badakshan fault, Vanch Akbaital fault, Gardez fault and Pamir Karakoram fault. Major movement is left lateral on the western side including Gardez zone, Hindukush, S.W. Pamir, Kuliah foredeep and Pamir Alai zone. Right lateral movement is predominent along the eastern side including eastern side of Pamir foredeep, Aq Sai Chin zone and Karakoram.
In addition to strike-slip faulting, thrust faulting is taking place on a large scale in Tadjik basin, Pamir foredeep, Kunduz foredeep, Sinbhab zone, Central and SE Pamir, Badakhshan and Navistan massifs, Kohistan zone, Aq Sai Chin zone, NW Himalaya and Hazara thrust region. Strike-slip faulting as well as thrust faulting is taking place upto a depth of 200-240 km in Hindukush as well as Pamir regions. The direction of maximum compressive stress (P axes) is NW-SE or N-S on the western side which changes to NE-SW on the eastern side. Most of the present day seismic activity can be explained in terms of deep seated faults or fracture zones which have resulted as a consequence of collision between Indian and the Eurasian plates.

VERMA R.K., Indian School of Mines, Dhanbad, India

SOME ASPECTS OF GEODYNAMICS OF THE HIMALAYAS

The origin of Himalayas has been attributed by several workers to collision between Indian and Eurasian plates. However, the effects of this collision are not well understood. This collision has resulted in the formation of major foredeep (Indo-gangetic trough) and major thrusts (Main Boundary Fault and Main Central Thrust) all along the Himalayas from NW to NE over a length of nearly 2500 km.

Studies using portable seismographs along the thrusts suggest that these thrusts are quite active and the Himalayas

are rising at the rate of few Mm/yr. Detailed seismicity maps of the Himalayas show that a considerable amount of seismicity is attributable to the thrusts. Seismic Zones dip steeply towards north or NE. However, several structures/faults which are transverse to the trend of Himalayas are also quite active.

Deep seismic soundings carried out by NGRI, across the Himalayas show that they are characterired by deep seated faults.The velocity structure underneath the Himalayas suggests that they have abnormal thickness of crust of basic composition. This supports densification of the crust as a mechanism for the formation of Higher Himalayas.

Study of focal mechanism solutions for the Himalayas show that thrust movements are predominent all along the Himalayan are, strike-slip and normal movements are also taking place,particularly along some of the transverse features.

Detailed analysis of gravity field of the Himalayas suggests that regional isostatic compensation prevails to a large degree underneath the Himalayas. The gravity field is consistent with a crustal thickness of 65-70 km underneath Higher Himalayas. The effects of continent - continent collision are very complex in nature and need to be studied through a multidisciplinary approach.

VILAS J.F. A., Consejo Nacional de Investigaciones Cientificas y Tecnicas y Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Ciudad Universitaria Buenos Aires, Argentina; OVIEDO E.S., Consejo Nacional de Investigaciones Cientificas y Técnicas, Buenos Aires, Argentina

GEODINAMIC IMPLICANCE OF THE PERMO-TRIASSIC PALAEOMAGNETIC DATA FROM THE GONDWANIC CONTINENTS

Recent palaeomagnetic studies performed in rocks coming from the gondwanic continents provide enough data to obtain a better definition of the apparent polar wander paths (APWP) for South America, Africa, Antartica-Australia and India.
On the basis of the optimal possible fit of the APWP for each one of the gondwanic blocks, the reconstruction and the corresponding APWP for Western Gondwana (South America - Africa - Madagascar) and Eastern Gondwana (Antartica - Australia - India) was performed. The difference between the APWP for Western and Eastern Gondwana, during the Permo-Triassic, suggest the existence of this recurrent relative movements between them before the definitive fragmentation of the Gondwana Supercontinent. This intragondwanic movements

could be placed between the eastern coast of the African Continent and the Wegener Land in the Eastern Antartica. The position of the rotation pole in the Africa network for that movement would have been: Lat.: 21°S, long: 28°E, angle rotation: 26°.
These intragondwanic movements are related with geologic data of the eastern African Continent.

VOGT J., Bureau de recherches géologiques et minières (B.R.G.M.) Strasbourg, France

MOUVEMENTS DE TERRAIN ASSOCIES AUX SEISMES (FRANCE, ALLEMAGNE, AFRIQUE DU NORD, CARAIBES...)

Trop souvent, c'est d'une manière discutable que les mouvements de terrain servent de critère pour l'appréciation des intensités. Il est facilement perdu de vue que les séismes assurent souvent un simple "déclic" de mouvements de terrain en sites fragiles. Des séismes mineurs (intensité VI, voire V) sont suceptibles d'assurer un tel "déclic". A l'aide d'exemples français (Alpes, Pyrénées, etc..), allemands (Massif schisteux rhénan) nord-africains, Caraïbes (Haïti, etc..), on cherche à faire la part de ces processus et des mouvements de terrain plus spécifiquement sismiques qui se produisent volontiers à une échelle géologique. Cette démarche implique à la fois un travail intensif de révision de sismicité historique et une grande familiarité avec les mouvements de terrain dans leur ensemble.

WANG JI-YANG and CHEN MO-XIANG, Institute of Geology, Academia Sinica, Beijing, China

TERRESTRIAL HEAT FLOW IN NORTH CHINA AND ITS IMPLICATIONS ON GEOTECTONICS

To date, 34 heat flow values were obtained in North China. The mean heat flow of the North China Fault Block (1.7-2.5 b.y. in age) is 1.24 HFU, ranging from 0.72 to I.84 HFU. Obviously, the North China Fault Block is characterized by relatively high and variable heat flow, compared with that of similar tectonic units in the world. Low heat flow (0.72 HFU) was observed at the "nucleus" of the Chinese continental crust in North China, whereas relatively high mean value (I.5 HFU) revealed in North China Plain.

Beginning at the end of Mz and extending to the early Tertiary, North China has undergone a stage of continental rift development, resulted from the changes of tectonic environs in West Pacific (Shi (1973), Uyeda and Miyashiro (1974), Hilde et al. (1977), Huan (1982). Magmatic activity was extensive and high heat flow appeared.

By the end of early Tertiary, the motion direction of Pacific plate changed greatly from NNW to NWW, leading to the compression of

North China and ceasing of rift development in this area. Nevertheless, relatively high heat flow and geothermal setting still remain owing to the "blanket" effect of late Tertiary and Quaternary sediments and rather short time scale.

WANG MAOJI, Institute of Geophysical and Geochemical Prospecting Ministry of Geology and Minerals, Langfang, Hebei, China

GRAVITY AND MAGNETIC INVESTIGATION OF GRANITES IN SOUTH CHINA AND ITS GEOLOGICAL IMPLICATIONS

The main features of the gravity field in South China and the gravity modelling of the crust are discussed. Gravity modelling indicates that a noteworthy large regional gravity low extending northeastward in eastern terrain is probably caused by low density upper mantle other than Moho depression. This gravity low has genetic relations with volcanic eruptions and granitic intrusions.
The geophysical characteristics of granitic intrusion is its well-defined negative gravity anomaly and ring-shaped magnetic anomaly. Analysis of local gravity anomalies show that the granites have a depth range of 7-15 km, and most of all can be a thin, tabular or lenticular body with subsurface extension well beyond the outcrop limits of the granite. This geometry is consistent with emplacement of the body by near-surface lateral spreading of an intrusive. The multistage composite intrusive has greater thickness and extends to a maximum depth of more than 20 km, whereas cenozoic granites behave as thin, shallow batholiths distributing over large area. Magnetic field correlates well with oxidation ratio and magnetite content of granite rocks. Bouguer gravity anomalies correlates with initial Sr^{87}/Sr^{86} ratios, and the Ka/Na ratios increase with descending gravity value. All of these relations can be used to infer the source of granites.

WASEK RASUL AGA, The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands ACSAD - Damascus , Syria; NOVICHKOV I.G., Lengiprovodkhoz Institute, Ministry of Water Economy, Leningrad, USSR

DEEP GROUNDWATER OF SYRIA : NEW FACTS AND EXPLORATIVE GEOPHYSICAL CRITERIONS

Recently, it became very urgent to carry out studies on deep aquifers in Syria, as the first shallow aquifers are extensively exploited and does not satisfy the national economy needs of water . The results of drilling confirm this

fact. However, this work provides data about the first steps undertaken for solving said problem . The methods of seismic prospecting and induced polarization has been applied for the first time in Syria, this is beside the traditional geophysical and hydrogeological methods. Moreover, the data of radioisotopic analysis as well as the remote sensing imageries and the data on drilling oil wells were also used and applied . These all showed the existence of burried carbonaceous structure, block-shaped fractured of about 1000 m thickness. The temperature measurements in wells did not show any geothermal gradient effect. The identified (prospected) zones are characterized with high fresh water potentialities regionally distributed . This is confirmed by the presence of big carst springs and of high discharge, where its value reaches upto tens of cubic meters per second . Moreover, the wells penetrated deep aquifers have high pressure head (of the order of 1000 m) . The basic prospecting criteria is considered as the specific geophysical fields are connected with zones that are characterized by big structures, faults and fractured rocks . Accordingly, the details of conducting further studies has been formulated .

WILLIAMS S.N., STOIBER R.E. Department of Earth Sciences, Dartmouth College, Hanover, USA; CONEY PETER J. Department of Geosciences, University of Arizona, Tucson, USA

TIDAL TRIGGERING OF VOLCANIC PHENOMENA DURING 1956-1957 AT IZALCO VOLCANO IN EL SALVADOR, CENTRAL AMERICA

Comparison of a record of volcanic activity at Izalco Volcano, western El Salvador with the vertical component of the fortnightly solid earth tide suggests that 11 of 13 periods of heightened activity began at or near minima in tidal amplitude. Izalco Volcano, a small parasitic basaltic cone, lies on the flank of Santa Ana Volcano and near Coatepeque Caldera. It began its activity in 1769 and was in an almost constant state of Strombolian activity until 1959. Since then, it has erupted once in 1966.
An informal diary kept from October, 1956 to September, 1957 provided a nearly continuous record of observation of the intensity of eruptive activity. Possible problems of uncertain significance in evaluation of the record are: systematic bias of time of observation, changing standards for defining eruptive strength, periods of poor visibility, and lack of formal training of the observer. The occurrence at Izalco of increased activity at tidal minima is consistent with observations at other volcanoes. Recognition of this pattern in any future eruptive episodes should be of assistance in the prediction of periods of increased eruptive activity.

WOLFF F.Ch., Norwegia

REGIONAL GEOPHYSICS OF THE CENTRAL NORWEGIAN CALENDONIDES

Five sections of gravity, magnetics and pseudo-gravity gradients across the principle regional strike of the Trondheim and Ostersund map areas of the central Norwegian Caledonides have been interpreted in a study of the geological deep structure of the region. Results from remote sensing studies have also been incorporated and deep seismic profiling is reviewed. Colour maps of gravity, aeromagnetics, and pseudo-gravity gradient have been produced.
Five different structural domains have been revealed:
1. The Riksgrense anticline with overlying thin skinned flat lying nappes of a Lower Allochthonous Complex and the Tommeras Anticline, 2. A deep (appr. 10 km) downarp of the Precambrian basement in east-central areas with overlying multiply folded Caledonian nappes of an Upper Allochthonous Complex, 3. An updoming of the Precambrian basement under the Trondheimsfjord basin, 4. An allochthonous Precambrian cover over the basement in western areas and 5. A subsurface occurrence of dense and magnetic lithologies in the coastal areas corresponding to a thinning of the continental crust.

YAKUBOV D. Kh., Institute of Seismology of the UzSSR Academy of Sciences, Tashkent, USSR

FAULTS AND SEISMICITY OF MIDDLE AND SOUTHERN TIEN-SHAN

Regmatic net of the faults of this region, formed in Early Proterozoic, has been renewed gradually during next geological periods dividing the Earth crust into the systems of polygonal blocks, which make horizontal, vertical and more complicated movements. There are all eight calculated directions of the fault regmatic net. Sablatitudinal, north-east and in less degree north-west fault systems are predominant, they form the main features of morden geomorphology being the dynamic, relief-forming factor. When crossing, the faults form morphostructural knots. 83 knots are determined for the east, most seismoactive part of the region. Epicenter comparisons of the earthquakes with M=5.5 showed that nearly all the earthquakes till 1983 (their number is 34) coincided with morphostructural knots. Another "empty" 49 crossings are potentially seismodangerous and the earthquakes can occure here in future. To discover the earthquake precursors we founded the informational grounds presenting short lines of repeated levelling

and groups of special triangulation points, crossing seismoactive zones of faults across the strike. From 1978 to 1983 13 cycles of repeated levelling were conducted along Tavaksay. Hopeful correlation between anomalous behaviour of vertical component of morden movements and seismicity manifestation is determined. By analysis of horisontal movements along Tavaksay special triangulation (15 cycles) alternating block thrusts and moves back were determined on Karjantay fault. By thrust (upthrow) up to 30-35 mm the stress is accumulating and the earthquakes occur after which the block moves back (downthrow). Then the thrust goes again. Under the common analysis of vertical and horizontal components, the seismic events are correlated reliably by anomalous course of modern tectonic movements. 1979 Yangiyul (M=4.1), 1980 Alay (M=5), 1981 Nazarbek (M=5.2), 1983 Chatkal (M=4.2) earthquakes were predicted in such a manner.

ЯКУБОВ Д.Х., Институт сейсмологии Академии наук Узбекской ССР, г.Ташкент, СССР

РАЗЛОМЫ И СЕЙСМИЧНОСТЬ СРЕДИННОГО И ЮЖНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

Срединный и Южный Тянь-Шань составляют часть системы Западного Тянь-Шаня. Регматическая сеть разломов региона, заложенная в период раннего протерозоя, постепенно обновляется в последующие геологические периоды, разделяя земную кору на систему полигональных блоков, которые совершают горизонтальные, вертикальные и более сложные движения. Имеются все восемь расчетных направлений регматической сети разломов. Преобладающими являются субширотные, северо-восточные и в меньшей степени северо-западные системы нарушений, создающие основные черты современной геоморфологии, являясь динамическим рельефообразующим фактором. Разломы пересекаясь образуют морфоструктурные узлы. Для восточной, наиболее сейсмоактивной,части региона установлено 83 узла. Сопоставление эпицентров землетрясений с М 5,5 показало, что почти все землетрясения, происшедшие до 1983 г. , (их 34) совпали с морфоструктурными узлами. Остальные "пустые" 49 пересечений являются потенциально сейсмоопасными, в пределах которых в будущем могут возникнуть землетрясения.

С целью поиска предвестников землетрясений нами заложены информационные площадки, представляющие короткие линии повторного нивелирования и группы пунктов спецтриангуляций, пересекающие вкрест простирания сейсмоактивные зоны. За период с 1978 по 1983 г. проведено 13 циклов повторного нивелирования по Таваксаю. Установлена обнадеживающая корреляция между аномальным ходом вертикальной составляющей и проявлением сейсмичности. Анализом горизонтальных движений

по Таваксайской спецтриангуляции (I5 циклов) установлено чередующее надвигание и отодвигание блоков по Каржантаускому разлому. При надвигании (взброс) до 30-35 мм накапливается напряжение и происходит землетрясение, после чего блок отодвигается (сброс). Затем снова происходит надвигание. При совместном анализе вертикальных и горизонтальных составляющих сейсмические события надежно коррелируются с аномальным ходом современных тектонических движений. Так были предсказаны землетрясения: Янгиюльское, 1979 г. (M=4,1); Алайское, 1980 г. (M=5); Назарбекское, 1981 г. (M=5,2); Чаткальское, 1983 г. (M=4,2).

YANEV V.N., YOSIFOV D.S., Research Institute of Mineral Resources, Sofia, Bulgaria

GEOPHYSICAL CRITERIA FOR PROSPECTING AND PREDICTION OF Pb-Zn MINERALIZATION

Three main morphogenetic types of Pb-Zn deposits were found as a result of complex geologo-geophysical, geochemical investigations and logging: a) Lode and b) Metasomatic deposits localized in Pre-Cambrian metamorphic complexes, c) Beds within volcano-tectonic structures. Specific geophysical criteria for prospecting and prediction were ascertained for each type of mineralization.

a) Lode deposits are characterized by low-resistance zones, but in more recent stages also by high resistance caused by quartz, calcite and other minerals. Areas of sulphide mineralization are determined from provoked polarization (PP) anomalies, more seldom from natural polarization anomalies, and from metallometric anomalies as well.

b) Metasomatic deposits are characterized by high conductivity anomalies, intensive PP anomalies and magnetic anomalies (in the presence of magnetite or pyrrhotine).

c) Beds within volcano-tectonic structures. Characteristic of this morphogenetic type of considerable variety are anomalies of resistance and of geomagnetic field, which are used for differentiation of volcanogenic formations and mapping of ore-containing structures, and also PP anomalies and geochemical aureoles used for delineation of sulphide mineralization areas. To eliminate PP anomalies caused by spots of mineralization in the enclosing rock it is expedient to use multiplicative anomalies of the seeming polarizability and resistance.

YOUSEFI E., Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

CONTRIBUTION OF AN AEROMAGNETIC SURVEY IN PREPARING MAGNETIC BASEMENT AND MAGNETIC LINEAMENTS MAPS OF IRAN

Based on aeromagnetic survey conducted over most of Iran (Geological Survey of Iran) and over the southern portion of the country (Ministry of oil), magnetic basement and magnetic lineaments maps are prepared.
The purpose of this survey is to provide additional knowledge of the regional tectonics and geology of Iran, and to delineate zones favorable for more detailed base metal and hydrocarbones explorations.
The data aquired were recorded and compiled digitally,and were interpreted for the greatest portion of the surveyed area using Werner Deconvol ution. The interpreted geology agrees in general with what is currently known of the surface geology or suspected in Iran.
New information such as north-south trending lineaments and new magnetic anomalous zones for mineral explorations are detected.
Depth to the magnetic basement ranges from 2 km A.S.L. to more than of 15 km B.S.L have been obtained.

YUROV Yu.G., Geological Scientific Association "Neftegeophysika" of the USSR Ministry Geology, Moscow, USSR

RELATION BETWEEN TIMES OF BASEMENT WAVES,GRAVITY ANOMALIES AND CRUSTAL THICKNESS

The combine interpretation of the seismic and gravity data has shown that the observed seismic and gravity anomalies are related to the some inhomogeneities in the sedimentary, in the consolidated crust and upper mantle, and that there is a close relationship between densities and seismic velocities.For the territory of the USSR a correlation was determined between Bouguer anomalies, corrected for the sedimentary gravity effect, and the depths of the M-discontinuity. This correlation gave possibilities:
- to predict the M-discontinuity depth for the regions with known sedimentary structure and with normal mantle densities.
- to value the mantle density if the sedimentary structure and M-discontinuity depth are known.
The map of crustal thicknesses was compiled for the USSR territory using these correlations.

ЮРОВ Ю.Г.,НПО "Нефтегеофизика" Мингео СССР, г.Москва, СССР

СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ВРЕМЕНАМИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН ОТ ФУНДАМЕНТА, ГРАВИТАЦИОННЫМИ АНОМАЛИЯМИ И МОЩНОСТЬЮ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Работа основана на том, что сейсмическое и аномальное гравитационное поля вызваны одними и теми же объектами (осадочный слой, консолидированная кора, верхняя мантия) и что между плотностью пород и скоростью в них существует тесная корреляционная связь. По данным глубинных сейсмических зондирований на территории СССР была получена корреляционная зависимость между гравитационными аномалиями в редукции Буге с поправкой за осадочный слой и глубиной залегания границы М. Эта зависимость позволяет:
а) прогнозировать глубину поверхности М с ошибкой около $\pm$ 3 км для районов с нормальной плотностью верхней мантии, если известны параметры осадочного слоя;
б) оценивать плотность верхней мантии в районах с известными параметрами осадочного слоя и консолидированной коры.
С использованием этой зависимости и имеющихся данных ГСЗ построена карта поверхности М для территории СССР

ZHANG YONGXIA, Aerogeophysical and Aerogeological General Division, Ministry of Geology and Mineral Resources,Beijing,China

THE STRUCTURE AND MAGMATISM OF INTRA-PLATE TECTONICS IN SOUTH CHINA AND ITS SURROUNDING AREAS

Many ring structures consisted of granitic arc, folded arc and arcuate-fault distributed in the South China area, such as the Hunan-Jiangxi, the Guangdong, the Fujian-Zhejiang and the Jiangsu-Zhejiang etc. They related to the Yanshanian cycle magmatic activities. These rings are suggested as an important intra-plate structure types during the Mesozoic. They are not formed by meteoric pounding, but instead presumably by continental crustal expantion resulted form thermo plumes acted on the lithosphere. In this area the second-grade rings appeared as four NWW-trend ring-chains. Their formative time became later toward SE direction in turn. Author tries to explain the origin of ring-chains by the view of landmass moving on the fixed head source. So that, South China landmass drifted about 600 Km toward NW direction during the Mesozoic (180-70 m.y.). The origin of widely spreaded Mesozoic granite and volcanic rocks in South China area are not related to Pacific plate subducing under Asian continent, but instead resulted from partly fusion of the lithosphere according to the temperature raising by mantle heat source in continental plate.

ZHDANOV M.S. and SHNEER V.S., Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Wave Propagation of the Academy of Sciences of the USSR, Troitsk, Moscow Region, USSR

SEA ELECTROMAGNETIC SOUNDINGS IN THE USSR: METHODICS AND RESULTS.

Methods of deep electromagnetic sounding on aquatory of seas and oceans are developed intensive during the last years in the Soviet Union. As known, methods of Deep Geomagnetic Soundings and others use natural electromagnetic fields, excited in main in ionosphere and magnetosphere of the Earth. These methods allow to get information about termodynamic and fase conditions of rocks in large depths under the bottom of the oceans, being not accessible for other geophysical methods.
For measuring of the natural electromagnetic field a special component and modulus apparaturs, allowing to carry autonomic registration of field variations on the bottom or in the water during a few days, were developed.
Electromagnetic soundings were held in some regions of the Black, Baltic and Caspian seas and the Pacific ocean. Digital methods of data statistic interpretation were realized. For geologo-geophysical interpretation algorithms and programs of one-, two- and three dimentional mathematic modelling and also the methods and apparatus of physical modelling of electromagnetic fields were worked out. As the result of investigations the geoelectric models of the crust structure and upper mantle of the Earth in some regions of the World ocean were constructed. The deep zones of high conductivity, identified with astenosphere were discovered.

ЖДАНОВ М.С., ШНЕЕР В.С., Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн Академии наук СССР, г. Троицк Московской области, СССР

МОРСКИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЗОНДИРОВАНИЯ В СССР: МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ

В последние годы в СССР интенсивно развиваются методы глубинных электромагнитных зондирований на акваториях морей и океанов.
Как известно, глубинные методы МТЗ, МВП и др. используют естественные электромагнитные поля, возбуждаемые в основном в ионосфере и магнитосфере Земли. Эти методы позволяют получить информацию о термодинамическом и фазовом состоянии пород на больших глубинах под дном океанов, недоступную другим геофизическим методам.
Для измерения естественного электромагнитного поля на акваториях была

создана специальная компонентная и модульная аппаратура, позволяющая вести автономную регистрацию вариаций поля на дне, либо в толще воды в течение нескольких суток.
Зондирования выполнялись в отдельных районах Черного, Балтийского, Каспийского морей и Тихого океана. С помощью ЭВМ реализованы методы статистической обработки данных. Для геолого-геофизической интерпретации разработаны алгоритмы и программы одно-, двух- и трехмерного математического моделирования, а также методы и аппаратура физического моделирования электромагнитных полей.
В результате выполненных исследований построены геоэлектрические модели строения коры и верхней мантии Земли в отдельных районах Мирового океана. Выявлены глубинные зоны повышенной проводимости, отождествляемые с астеносферой.

ZU-HUI LIU, QI-LING WANG South China Sea Institute of Oceanology, Academia Sinica, China

GRAVITY FIELD AND CRUSTAL STRUCTURE OF THE GRABEN SYSTEM OF THE CONTINENTAL MARGIN IN THE SOUTH CHINA SEA

The gravity field and the crustal structure of the graben system of the continental margin in the South China Sea involve both continental and oceanic characteristics. The general tendency of Bouguer's gravity anomalies rises in steps from the continental shelf and slope towards the central sea-basin with the Earth crust decreasing in thickness. The directions of the gravity anomalies are parallel to the coast line of the continent. But, in the central sea basin, the gravity anomalies extend mainly eastwestwards and reflect the structure pattern of the South China Sea.

The characteristics of the gravity field vary with the different types of the graben system. In the region of the northern continental shelf, the values of Bouguer's gravity anomalies are ranged within -10 and +50 mgal with a manner of slow variation of low positive and negative anomalies. The thickness of the Earth crust in this region is in a range of 26-32 km, reflecting particularly the tensile type of the continental graben. In the region of the southern continental shelf, the gravity anomalies are of belt-like ones with the values of +30 and +150 mgal. Here, the thickness is in a range of 20 and 25 km, reflecting the compression type of the continental graben. In the region of the central sea-basin, gravity anomalies are indicated with high values of 250 mgal and more. The crust thickness in this region is of 5-9km, reflecting the tensile-shear type of the oceanic graben. The North Xisha Trough with a high gravity anomaly of 50-250 mgal

and crust thickness of 10-25 km introduces a transitional graben, reflecting both oceanic and continental earth crust. The boundary of all types of the graben usually carries an anomaly of high gradient and a Moho-surface of suddenly changed belt, corresponding a deep-seated fault.

The stress field of the mantle flow, calculated with the gravity data, reveals that the expansion of the mantle flow with the directions towards east and south-east demonstrates once more the continental margin extension of the South China Sea.

ZUNNUNOV F.H., Institute of Geology and Geophysics of the UzSSR Academy of Sciences, Tashkent, USSR

THE LITHOSPHERE IN MIDDLE ASIA FROM SEISMIC DATA

The DSS data obtained by continuous profiling in 50-70's have been reinterpreted and generalized with the use of modern techniques. New information is extracted from the processing of the later arrivals. Refractions, subcritical and overcritical reflections - are used in combination with each other waves, then, with seismological data to ensure more reliable and detailed plotting. Newly obtained crustal sections show the crust to be a complex inhomogeneous medium with fine stratification varying both with depth and along the observation line.

The following features of the longitudinal velocity variations in the consolidated crust are established: low velocity values (6.3 to 6.45 km/s) are found in highlands, while lowlands have higher values of 6.5 to 6.8 km/s. The reversed relationship is observed in the south-west slopes of the Gissar Ridge and Fergana Depression.

The generalized model for the consolidated crust show three velocity layer with average velocity 6.0, 6.5, 7.0 km/s. Their thicknesses ratio is generally 1:1:1. Exceptions are the Fergana Depression and south-west slopes of the Gissar Ridge where the ratios are 1:0.6:0.7 and 0.3:0.5:1, respectively.

Interpretation of large industrial blasts recorded by a net of seismological stations and a combination of its results with those obtained on long-range DSS lines have gielded new information about the structure of the uppermost mantle. In contrast to structural models for the Turanian Plate and Kazakh folded area, the velocity distribution obtained for the Tyan-Shan shows a low-velocity layer of a thickness of 100 km whose top is about 100 km deep. Below the Northern Tyan-Shan, the Kendyktas and Jungar-Alatau Ridge and the Naryn Depression, low velocities of 7.7 to 7.9 km/s are observed. In the area of the Talas-Fergana Fault, velocities show a sudden increase by 0.5-0.9km/s

in the direction from east to west; so they do in the transition zone to the Median Tyan-Shan. The highest values of 8.5-8.6 km/s are found in the Fergana Depression, the Central Kysyl-Kum uplifted zone and Kopetdag Foredeep.

ЗУННУНОВ Ф.Х., Институт геологии и геофизики АН УзССР, г.Ташкент, СССР

ЛИТОСФЕРА СРЕДНЕЙ АЗИИ ПО СЕЙСМИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Пересмотр и обобщение материалов ГСЗ по профилям непрерывного профилирования 50-70-х годов с использованием современных методических приемов позволили получить дополнительную информацию о структуре земной коры. Приток информации связан с привлечением к обработке всего поля последующих волн. Надежность и детальность построений увеличена в результате совместного использования волн различных классов - преломленных, докритических и закритических отраженных волн с последующим включением в обработку сейсмологических данных. Новые сейсмические разрезы земной коры характеризуют ее как сложную неоднородную среду с изменчивой по глубине и вдоль профиля тонкой расслоенностью.

Установлены закономерности изменения скорости продольных волн в консолидированной коре: горным районам соответствуют пониженные (6,3-6,45 км/с), а равнинным областям - повышенные значения скоростей (6,5-6,8 км/с). Обратная закономерность соответствует юго-западным отрогам Гиссарского хребта и Ферганской впадине. Обобщенная модель консолидированной коры представлена тремя скоростными этажами. Соотношение их мощностей чаще всего I:I:I. Исключение составляют снова Ферганская впадина и юго-западные отроги Гиссарского хребта, где они равны I:0,6:0,7 и 0,3:0,5:I.

Путем интерпретации записей крупных промышленных взрывов сети сейсмологических станций и их совместной обработки с материалами по длинным профилям ГСЗ получены новые сведения о строении верхней части мантии Средней Азии. Скоростная модель Тянь-Шаня по сравнению с моделью структур Туранской плиты и Казахской складчатой области отличается слоем пониженной скорости мощностью I00 км и с кровлей на глубине около I00 км.

Значения скоростей продольных волн в верхних 20-30 км мантии изменяются от 7,7-7,8 до 8,5-8,6 км/с. Под Северным Тянь-Шанем и хребтами Кендыктас и Джунгарский Алатау, Нарынской впадиной наблюдаются низкие значения - 7,7-7,9 км/с. При пересечении с востока на запад Таласо-Ферганского разлома и переходе к Срединному Тянь-Шаню отмечается резкое увеличение скорости на 0,5-0,9 км/с. Самые высокие значения - 8,5-8,6 км/с - соответствуют Ферганской впадине, Центрально-Кызылкумской зоне поднятий и Предкопетдагскому прогибу.

СЕКЦИЯ / SECTION 09

ПЕТРОЛОГИЯ
PETROLOGY (Igneous and Metamorphic Rocks)

Conveners: O.A.Bogatikov, I.Kushiro

ABDELHALIM RACHID, Centre de Recherches et d'Applications des Geosciences et Univ. Sc. et Techn. Houari Boumediene, Alger, Algerie

LES GRANITOIDES SYNTECTONIQUES DU PROTEROZOIQUE SUPERIEUR DANS LE DOMAINE POLYCYCLIQUE DES GOUR OUMELALEN (N.E. DE L'AHAGGAR, ALGERIE)

Dans la région de l'Ounane affleure un pluton allongé sensiblement N-S. Il y est distingué quatre domaines structuraux. Les données pétrographiques, minéralogiques et chimiques montrent que le magmatisme d'origine profonde est caractéristique d'une série calco-alcaline débutant par des diorites et s'achevant avec la percée de granites. Les associations minéralogiques rencontrées sont à quartz-oligoclase-microcline-biotite, la hornblende apparaissant dans certains faciés. Les données structurales montrent que les grantoïdes de l'Ounane forment un batholite complexe syn à tardi-tectonique, antérieur à l'orogenése panafricaine.

ABDRAKHMANOV K.A., Institute of Geological Sciences of the Kazakh Academy of Sciences, Alma-Ata, USSR

THE PETROCHEMICAL GRANITE CLASSIFICATION AND ITS MEANING FOR THE FORMATTIONAL AND METALLOGENIC ANALYSIS

In the order of the total alkaline rising the petrochemical granite types have the following series: plagiogranite-granite-leukogranite-alaskite-subalkaline-alaskite-alkaline granite, in which the compositional changes of the rock-forming oxides take place, according to the objective laws. In this series there are two evolutional tendencies. The first of them, recorded in the half-series "plagiogranite-granite-leukogranite-alaskite" is characterized by the synchronous growth of the total and K-rocks alkalinity from 5,5% to 8,3% and their Si-acidity from 69-71% to 76,5% against the decrease oxide background of: Ca(to 0,4%), Mg (till 0,3%), Fe (till 1,5%), Al (till 12,3%). The second tendency is outlined in the half-series "subalkaline alaskite-alkaline alaskite-granite". It shows the subsequent in-

crease of the total alkalinity from 8,3% in the alaskite till 9,5% in the alkaline granite against the background of the K-Na ratio decrease. At the same time the lowering of the rocks Si-acidity and the increasing of Ca-, Mg-, especially Fe- oxides take place. K-granites, inclusing the lateral series "leukogranite-alaskite-subalkaline-alaskite-alkaline alaskite-granite", existed at the late orogenic stage pf the granite formation. For the middle-orogenic stage the normal granites (according to the lateral) changing into the series "low alkaline granite - mesogranite- melanogranite-granosyenite" are typical. At the early orogenic stage the plagiogranite exists as the alteral series "leukoplagiogranite-plagiogranite-granodiorite-syenogranodiorite". The latest K-granites are charaterized by the rare-metal-bearing specialization, when the ore paragenesis changes according to the lateral petrochemical zonality. The potential are-bearing af the petrochemical granite types depends not only on the initial composition of the granite melts, but from the formational conditions and crystallization on the different vertical levels. The geological and formational autonomy of the petrochemical granite types of the different alkalinity and their natural evolution show the possible paligenetic formation under the mantle alkaline fluid activity.

АБДРАХМАНОВ К.А., Ин-т геологических наук Академии наук КазССР, г.Алма-Ата, СССР

ПЕТРОХИМИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ ГРАНИТОВ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ФОРМАЦИОННОГО И МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Если петрохимические типы гранитов соединить в единый ряд в порядке возрастания общей щелочности, то намечается серия плагиогранит-гранит-лейкогранит-аляскит-субщелочной аляскит-щелочной гранит, в которой изменение содержаний породообразующих окислов происходит в определенной закономерности. В этой серии намечаются две тенденции эволюции. Первая тенденция, фиксируемая в полусерии плагиогранит-гранит-лейкогранит-аляскит, характеризуется синхронным ростом общей и калиевой щелочности от 5,5% до 8,3% и кремнекислотности от 69-7I% до 76,5% пород на фоне уменьшения содержаний окислов кальция (до 0,4%), магния (до 0,3%), железа (до I,5%) и алюминия (до I2,3%). Вторая тенденция намечается в полусерии аляскит-субщелочной аляскит-щелочной гранит и проявляется в дальнейшем увеличении общей щелочности от 8,3% в аляскитах до 9,5% в щелочных гранитах на фоне уменьшения калий-натрового отношения при одновременном понижении кремнекислотности (от 76,5% до 73,5%) пород и повышении содержаний окислов кальция, магния, особенно железа. Калиевые граниты, включающие латеральную серию лейкогранит-аляскит-субщелочной аляскит-щелочной

гранит, возникали в позднеорогенную стадию развития областей гранитообразования. Для среднеорогенной стадии типичны нормальные граниты, по латерали изменяющиеся в виде серии низкощелочной гранит-мезогранит-меланогранит-граносиенит. В раннеорогенную стадию возникали плагиограниты в виде латеральной серии лейкоплагиогранит-плагиогранит-гранодиорит-сиеногранодиорит. Наиболее поздние калиевые граниты проявляют редкометаллоносную специализацию, причем характер рудных парагенезисов изменяется в соответствии с латеральной петрохимической зональностью. Потенциальная рудоносность петрохимических типов гранитов зависит не только от исходного состава гранитных расплавов, но и от условий формирования и кристаллизации на разных по вертикали уровнях. Геологическая и формационная автономность петрохимических типов гранитов разной щелочности и их закономерная пространственно-временная эволюция свидетельствуют о возможности их палингенного формирования под действием мантийных щелочных флюидов.

ABRAMOVICH I. I., A.P. Karpinsky All-Union Geological Research Institute , Leningrad, USSR

PETROCHEMICAL INDICATORS OF GEODYNAMIC CONDITIONS IN PLATE INTERACTION ZONES

Excess pressure and temperature gradients as well as deep mass transport caused by plate interaction make for lateral redistribution of chemical elements within magma generating layer which results in asymmetric petrochemical zonation of island arcs and related structures. The higher velocity of lithosphere matter intake and the lower velocity of overlapping plate occur - the stronger is zonation pronounced. Potassium is the sensitive indicator of excess (superlithostatic) pressure. It enriches the back of subduction zones to some extent. All the known exeptions to this rule are accounted for inertial pT properties of the mantle reflecting partly the influence of pre-existed geodynamic conditions. Sodium migration is determined mostly by temperature gradients. Its high concentration is observed in the "cold back" only. At the redundantly heated back rocks of frontal volcanic area prove to be sodium enriched. Ferrum concentration in rocks reflects mostly melting substratum composition and in addition to general silicic acidity (basicity) of magmatic association is an indicator of geoisotherm location and - at other things being equal - of plate convergence stage. Rock ferruginousity (after fractioning effect elimination) reflects mostly the degree of mantle substance melting in its turn depending on excess pressure and temperature. Bivalent to trivalent ferrum ra-

tio in rocks considerably depends on the conditions of fluid phase migration to the back of subduction zones, this phase usually being of reduction nature. Qualitatively similar behaviour of petrogenic elements is being observed in the continental collision zones.

АБРАМОВИЧ И.И., Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт им.А.П.Карпинского, г. Ленинград, СССР

ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО РЕЖИМА В ЗОНАХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ

Градиенты избыточного давления и температуры, а также глубинный массоперенос, обусловленные взаимодействием литосферных плит, вызывают латеральное перераспределение химических элементов в пределах магмогенерирующего слоя и, как следствие, формируют асимметричную петрохимическую зональность островных дуг и родственных им структур. Чем выше скорость поглощения литосферного материала и ниже скорость перекрывающей плиты, тем более отчетливо выражена зональность. Калий - чуткий индикатор избыточного (сверхлитостатического) давления. В той или иной мере он обогащает тылы зон субдукции. Все известные исключения из этого правила объясняются инерционностью pT-условий мантии, частично отражающих влияние ранее существовавшего геодинамического режима. Миграция натрия определяется преимущественно градиентом температуры. Повышенная концентрация его наблюдается только в "холодном" тылу. При избыточно разогретом тыле относительно обогащенными натрием оказываются породы фронтальной части вулканического ареала. Содержание железа в породах отражает главным образом состав плавящегося субстрата и наряду с общей кремнекислотностью (базитовостью) магматической ассоциации является индикатором положения геоизотерм и следовательно при прочих равных условиях индикатором стадии конвергенции плит. Железистость пород (после исключения эффекта фракционирования) преимущественно отражает степень плавления мантийного вещества, в свою очередь зависящую от избыточного давления и температуры. Соотношение двух- и трехвалентного железа в породах существенным образом зависит от условий перемещения в тылы зон субдукции флюидной фазы, имеющей, как правило, восстановительный характер. Качественно подобное поведение петрогенных элементов наблюдается в зонах континентальной коллизии.

AGAMALYAN V.A., DZHRBASHYAN R.T., MELIKSETYAN B.M., MELKONYAN R.L., MNATSAKANYAN A.Kh., KHORENYAN R.A., CHIBUKHCHYAN Z.O., Institute of Geological Sciences of the Academy of Sciences of the Armenian SSR, Erevan, USSR

REGULARITIES OF MAGMATIC EVOLUTION OF MINOR CAUCASUS

Minor Caucasian segment in the central part of the Mediterranean Sea being an area of prolonged endogenic activity is an example of magmatic evolution developing on the mature continental crust. Magmatic events occur within two large blocks - northern and southern divided by Erznka-Sevan-Amasiysk suture of the preuppercognac consolidation. The northern block developed on Hercynian basement (300 m.y. -Rb-Sr isochrone), composed by leptinite schists of epidote-amphibolite facies, the southern block - the basement of Baikalian consolidation (620 m.y. - Rb-Sr isochrone) represented by the Middle Riphean series of gneisses and paraschists of amphibolite facies and the Upper Riphean eugeosynclinal series of greenschist facies. The recorded blocks are characterized by pronounced particular features of the earth crust structure and magmatic evolution.

The evolution of the Alpine magmatism in both blocks shows the conditions of predominating compression which resulted in the development of impulsively repeating J,K,P,N), as a rule, calcic-alkaline differentiated successions of volcanic and plutonic associations (sodic in the northern block and potassium-sodic in the southern). Evolution of the composition is observed in the vertical succession of magmatic associations which is manifested specifically in leukocratic increase, total alkality (due to potassium), H_2O saturation, fluid phaze oxidization. The origin of olivine-basalt volcanic associations is connected with tension periods and continental crust destruction (K_2, P_2^3-P_3^1, N_2^3) coeval with global impulses of tectonic activity. Early orogenic magmatism (P_2^3-N_1^3) which occurred only in southern block is characterized in particular by the formation of high and ultrapotassic alkaline volcano-plutonic associations confined to internal rise of the basement along deep-seated faults.

General features of magmatism of Minor Caucasus can be considered as similar to magmatic evolution of modern continental margins of the active-west-pacific(northern block) and passive(southern block)types.

АГАМАЛЯН В.А., ДЖРБАШЯН Р.Т., МЕЛИКСЕТЯН Б.М., МЕЛКОНЯН Р.Л., МНАЦАКАНЯН А.Х., ХОРЕНЯН Р.А., ЧИБУХЧЯН З.О., Ин-т геологических наук Академии наук Армянской ССР, г.Ереван, СССР

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭВОЛЮЦИИ МАГМАТИЗМА МАЛОГО КАВКАЗА

Малокавказский сегмент центральной части Средиземноморского пояса, яв-

лялась областью длительной эндогенной активности, представляет пример эволюции магматизма, развивающегося на зрелой континентальной коре. Проявление магматизма приурочено к двум крупным блокам, северному и южному, разделенным Ерзнка-Севан-Амасийской структурой предверхнеконьякской консолидации. Северный блок развивался на герцинском фундаменте (300 млн.лет по Rb-Sr изохроне), сложенном лептинитовыми сланцами эпидот-амфиболитовой фации, южный блок - на фундаменте байкальской консолидации (620 млн.лет по Rb-Sr изохроне), представленном среднерифейской серией гнейсов и парасланцев амфиболитовой фации и верхнерифейской эвгеосинклинальной серией зеленосланцевой фации. Отмеченные блоки характеризуются отчетливой спецификой строения земной коры, проявления и эволюции магматизма.

Эволюция альпийского магматизма в обоих блоках отражает условия преимущественного сжатия, с чем связано формирование импульсивно повторяющихся (J , K_1 , P , N), как правило, известково-щелочных дифференцированных рядов вулканических и плутонических формаций (натриевых в северном блоке и калий-натриевых в южном). В вертикальном ряду магматических формаций отмечается эволюция вещественного состава, проявляющаяся в частности в увеличении лейкократовости, общей щелочности (за счет калия), насыщенности H_2O, окисленности флюидной фазы. С этапами растяжения и деструкции континентальной коры (K_2, $P_2^3-P_3^1$, N_2^3), совпадающими с глобальными импульсами тектонической активности, связано формирование оливин-базальтовых вулканических формаций. Раннеорогенный ($P_2^3-N_1^3$) магматизм, проявленный лишь в южном блоке, характеризуется в частности становлением высоко- и ультракалиевых щелочных вулкано-плутонических формаций, приуроченных к внутренним поднятиям фундамента вдоль глубинных разломов.

Общие закономерности проявления магматизма Малого Кавказа можно параллелизовать с эволюцией магматизма современных континентальных окраин активного, западнотихоокеанского (северный блок) и пассивного (южный блок) типов.

AKOPYAN M.C., MELKONYAN R.L., Institute of Geological Sciences of the Academy of Sciences of the Armenian SSR, Erevan; ROMANCHEV B.P., Institute of Geochemistry and Analytcal Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

ISOTOPE-OXYGEN INDICATORS OF DIFFERENTIATION AND ASSIMILATION (ADMIXTURE) PROCESSES IN PETROGENESIS OF GABBRO GRANITOID AND BASALT-RHYOLITE ASSOCIATIONS

The analysis of available experimental data on the dependence of isotope-oxygen fractionation rockforming minerals on the temperature allowed to distinguish informative role of pair quartz-magnetite for

the selection of a concrete petrogenetic formation model of gabbro-granitoid and basalt-rhyolite association. During magmatic differentiation accompanied by the temperature decrease as a result of fractionation coefficient change, the redistribution of oxygen isotopes between individual components of the melt takes place. The fact is that $\delta^{18}O$ values of quartz increase and magnetite decrease with the $\delta^{18}O$ value of magnetite at least one order exceeds the change of the quartz $\delta^{18}O$. During the interaction of a initial melt of the basic composition with acid material (the melt) the tendency of $\delta^{18}O$ value change quartz as well as magnetite is similar in the value and character (the increase of $\delta^{18}O$ value of both quartz and magnetite). The above mentioned feature allows with a sufficient reliability to distinguish the derivatives of differentiation processes from the rocks whose petrogenesis is related to the interaction processes of initial melt of the basic composition with acid material (the melt). The suggested criteria serve as the basis for the discussion experimental isotope-oxygen as well as thermometric (on melt inclusions) and mineral-geochemical data of the authors and the reference data of various regions. The origin of gabbro-granitoid complexes of different formations is confined by two main models, one assumes assimilation processes (mass exchange) the basic composition of acid material by the initial melt, the other - melting within the framely "granitic-metamorphic" crust layer of acid melts under the impact of basalt melt without their significant mixture The processes of differentiation during petrogenesis of gabbro-granitoid associations are not of decisive importance.

АКОПЯН М.С., МЕЛКОНЯН Р.Л., Ин-т геологических наук Академии наук Армянской ССР, г.Ереван; РОМАНЧЕВ Б.П., Ин-т геохимии и аналитической химии Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ИЗОТОПНО-КИСЛОРОДНЫЕ ИНДИКАТОРЫ ПРОЦЕССОВ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ И АССИМИЛЯЦИИ (СМЕШЕНИЯ) В ПЕТРОГЕНЕЗИСЕ ГАББРО-ГРАНИТОИДНЫХ И БАЗАЛЬТ-РИОЛИТОВЫХ ФОРМАЦИЙ

Анализ существующих экспериментальных данных о зависимости изотопно-кислородного фракционирования породообразующих минералов от температуры позволил выявить информативную роль пары кварц-магнетит для выбора конкретной петрогенетической модели формирования габбро-гранитоидных и базальт-риолитовых ассоциаций. В процессе магматической дифференциации, с понижением температуры, в результате изменения коэффициента фракционирования происходит перераспределение изотопов кислорода между отдельными компонентами расплава. При этом значения $\delta^{18}O$ кварца увеличиваются, а магнетита уменьшаются, причем изме-

нение величины $\delta^{18}O$ магнетита по меньшей мере на порядок превышает изменение $\delta^{18}O$ кварца. В случае взаимодействия исходного расплава основного состава с кислым материалом (расплавом), тенденция изменения значений $\delta^{18}O$ кварца и магнетита однотипна по характеру (увеличение величины $\delta^{18}O$ как кварца, так и магнетита) и величине. Отмеченное обстоятельство позволяет достаточно определенно различать производные процессов дифференциации от пород, петрогенезис которых связан с процессами взаимодействия исходного расплава основного состава с кислым материалом (расплавом). На основании предлагаемых критериев обсуждаются экспериментальные изотопно-кислородные, а также термометрические (по расплавным включениям) и минералого-геохимические данные авторов и литературные материалы по различным регионам. Становление разноформационных габбро-гранитоидных комплексов ограничивается двумя основными моделями, одна из которых предполагает процессы ассимиляции (массообмена) исходным расплавом основного состава кислого материала, другая - выплавление в пределах "гранитно-метаморфического" слоя коры кислых расплавов под влиянием базальтового расплава без их существенного смешения. Процессы дифференциации в петрогенезисе габбро-гранитоидных формаций не имеют определяющего значения.

ALAVI-TEHRANI NOOREDDIN, Petrology Section, Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

NON-METALIC ORES IN THE OPHIOLITIC BELTS IN IRAN

There is a widespread distribution of ophiolitic rocks in Iran. They are mainly formed in Mesozoic and in some cases in Paleozoic or even older. Both caracters, Oceanic ridge and Island arc affinity have been reported due to different geotectonic situation of the ophiolitic belts in Iran. The most important non-metallic ores which are found in some of these rocks are; asbestos, talc and magnesite. These minerals have a close relationship with serpentinized peridotitic rocks. The host rocks of the major asbestos deposit in East Iran and minor deposits in other parts (Northwest and South Central Iran) comprises serpentinized harzburgite. The cross-fibred chrysotile are very common where slip-fibres are very random. Considering the asbestos deposit in East Iran, petrological investigations indicate that the origin of asbestos is due to syntectonic metamorphism caused by reactivity of the serpentinization when the ophiolitic suite was emplaced at the time of the Middle Alpine orogeny. Talc and soapstone deposits occur in strongly altered ultramafic rocks (Central and Northeast Iran). They are mainly formed during final alteration

and retrogresive stage. However, the formation of the talc deposit in the Sanandaj-Sirjan metamorphic complex (Doroud area) is attributed to the metamorphosed delomitic limestone which is essentially localized along the shear and shatter zones. The cryptocrystalline magnesite is found in association with ultrabasic rocks and exists within or near the serpentinized areas, mainly occuring in the ophiolitic belts in Central and East Iran. Surface water containing carbon dioxide penetrates down through the serpentinized fissures, converting the serpentinite to magnesite and other minerals such as "huntite". It seems that the condition for magnesite deposition is more suitable near the surface than at the depth. Petrological characters and mineral paragensis of the above non-metallic ores are discussed and interpreted.

ALEKSEEVSKY K.M., NIKOLAEVA T.T., ERMILOV V.V., Institute of Lithosphere of the USSR Academy of Sciences, Moscow; BOTKUNOV A.I., "Yakutalmaz" Corporation, Mirnyi; NASTASIENKO E.V., A.P.Karpinsky All-Union Geological Research Institute, Leningrad, USSR

CHEMISTRY MODIFICATION OF THE MEDIUM DURING DIAMOND GENESIS

Magmatic rocks including kimberlites, regardless of the latest carbonation, possess CO_2 clarke of 0.01 to 0.03%, which is several orders higher the diamond content in carbon-rich pipes. Hence, the genesis of diamond does not require carbon supply, it would be sufficient just to mobilize it. The conversion of the mineraligical analyses of the guest minerals in diamond grains (according to Efimova E.S. and Sobolev N.V., 1977) to the terms of chemical composition of the crystalline phase having formed by the beginning of the diamond crystallization and being captured thereby, points to the existence of three types of silica-magnesial-oxide media capable of diamond generation: 1 - chromic, 2 - chromic-ferruginous, 3 - sulphuric-ferruginous. The comparison of the 1-st and 3-d media (the 2-d has not been studied) with the diamond-hosting kimberlites indicates a sharp decrease in dominant elements' content and a manyfold increase in potassium. The content of other elements do not change so substantially, but a significant mobility of calcium is clearly expressed. It is known that the diamond-bearing kimberlites comprise a hypabyssal (magmatic?) process of pyrope kelyphytization, which is in fact the potassium metasomatosis involving evacuation of calcium and a manyfold increase in potassium content. According to A.G. Kossovskaya et. al. (1982), similar changes are observed during the halmyrolysis of oceanic basalts. The keliphytization is modelled in

alkali melt with potassium carbonate at an oxygen deficiency. The equilibriums of elements in the above-considered processes are schematically consistent. Presumably the beginning of the diamond genesis coincides with the invasion by the alkaline-carbonated potassic fluids serving as the signal (cause?). The initial portions of fluids determined the modification of melt chemistry, the compositional variation in incipient crystalls and the formation of compositionally heterogeneous zones in growing granites. The successive portions caused kelyphytization of the resulting pyropes, and the terminal portions caused the serperntinization and carbonation of the groundmass. Pressure variations resulted in pyrope twinning and destruction of some diamond grains.

АЛЕКСЕЕВСКИЙ К.М., НИКОЛАЕВА Т.Т., ЕРМИЛОВ В.В., Ин-т литосферы Академии наук СССР, г.Москва; БОТКУНОВ А.И., Трест "Якуталмаз", г.Мирный; НАСТАСИЕНКО Е.В., Всесоюзный научно-исследовательский геологический ин-т, г.Ленинград, СССР

ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЗМА СРЕДЫ ПРИ АЛМАЗОГЕНЕЗЕ

Земная кора вообще, магматические породы в частности (в том числе кимберлиты за вычетом позднейшей карбонатизации) имеют кларк углерода от 0,01 до 0,03%, что на несколько порядков выше содержания алмаза в богатых трубках. Следовательно для возникновения алмаза не требуется привнос углерода, достаточно его мобилизации. Пересчет минералогических анализов минералов-узников алмазных зерен (по Э.С.Ефимовой и Н.В.Соболеву, 1977) на химический состав кристаллической фазы, образовавшейся к началу кристаллизации алмаза и захваченной им, показывает существование трех типов кремние-магние-оксидных сред, в которых возникают алмазы (по профилирующим элементам): 1 - хромовая; 2 - хромово-железистая; 3 - серно-железистая. Материнская порода второй хромово-железистой среды, вероятно, эклогитовой, - не изучена. Сравнение состава первой и третьей сред и вмещающих алмазы кимберлитов показывает резкое уменьшение содержания профилирующих элементов и многократное увеличение калия. Содержание других элементов меняется не столь существенно, но четко заметна большая подвижность кальция. В алмазоносных кимберлитах известен глубинный(магматический(?))процесс келифитизации пиропа, являющийся калиевым метасоматозом с выносом кальция и многократным увеличением содержания калия. Сходные изменения наблюдаются при гальмиролизе океанических базальтов, по данным А.Г.Коссовской и др. (1982). Келифитизация моделируется в расплаве щелочи с поташем при недостатке кислорода. Баланс элементов в рассмотренных выше процессах в схеме сходен. Вероятно, начало алмазогенеза совпадает с вторжением щелочно-карбонатных калиевых флюидов, послуживших сигналом

(причиной(?)). Первые порции флюидов обусловили изменение химизма расплава, изменение состава зарождающихся кристаллов и образование неоднородных по составу зон в растущих гранатах. Последующие порции вызвали келифитизацию образованных пиропов, а заключительные - серпентинизацию и карбонатизацию основной массы. Изменения давления вызвали образование двойников пиропа, разрушение некоторых алмазных зерен.

AL-SULAIMI JAWAD S., Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait

PETROCHEMISTRY OF AL-FUJAYRAN OPHIOLITE, OMAN MOUNTAINS, UAE

The Oman Mountains include one of the most extensive and well exposed ophiolite belts in the world, known as Semail ophiolite. Complete ophiolite sequence as defined by the Penrose Conference Participants (1972), occurs in the northern part of the mountains near Al-Fujayrah. The peridotites forming the lower part of the Semail ophiolite consist of tectonite harzburgite with dunite pods containing chromite. The layered rocks above compositionally represent the most variable rocks types in three ophiolite sequences. The lower part of this unit, which forms the floor of the magma chamber, consists mainly of olivine-rich plagioclase ultramafic rocks, troctolites and olivine gabbros and it is known as the transition zone between the tectonized harzburgite and gabbros. Higher up in the sequence of the banded unit, more differentiated rocks represented by pyroxene gabbros become more dominant. Intrusions of trondhjemite and plagiogranite also occur in the banded gabbros. The high level gabbros occur above the banded gabbro sequence show very weak and rare banding. The main rock types present in this unit are pyroxene gabbros, hypersthene gabbros, hornblende gabbros and quartz gabbros. The high level gabbros show various kinds of textures which are different from the rocks of the banded gabbro sequence. An area of 100% sheeted dykes and spilitic pillow lavas occurs in the south of Al-Fujayrah. Dykes which occur at Al-Fujayrah are less differentiated types which are intermediate in composition between the layered gabbros and high level gabbros. Therefore, because the tectonized harzburgites are characterized by little variation in mineralogy, bulk chemistry or mineral composition and also because they exhibit different characteristics from the other rock types of ophiolite sequence, it is thought that they represent residual depleted upper mantle from which partial melts of picritic composition have been extracted. The analyses of the different rock types of the ophiolite sequence of this study are compared with Skaergaard and tholeiitic trends on an

AFM diagram. The analysed rocks show a trend of iron enrichment due to concentration of Mg in early crystals (e.g. olivine) which is typical of tholeiitic suites. The total alkalis versus silica diagram for the sheeted dykes and pillow lavas shows that these rocks can be mainly considered as tholeiitic. The 100% sheeted dykes have compositions very close to the high level gabbros and links them with the lavas. The Al-Fujayrah dykes which occupy about 10% of the volume in the high level gabbro, have compositions which are intermediate between the gabbros of the banded sequence and the high level gabbro. The trondhjemite rocks also show a trend of alkali enrichment associated with approximately constant FeO/MgO ratios. The MgO/(MgO+FeO) differentiation ratio decreases from an average of 0,85 in the periodotite sequence (tectonized harzburgite), through the banded sequence to very low values in the high level gabbros, sheeted dykes (especially) the 100% sheeted dykes), pillow lavas and trondhjemite rocks.

ANDREEV G.V., SHARAKSHINOV A.O., Geological Institute of the Buryat Division of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Ulan-Ude, USSR

THE EVOLUTION OF THE PHANEROZOIC MAGMATISM OF THE SAYAN-BAIKAL MOUNTAIN REGION

The Sayan-Baikal mountain region is the unique region in which during Phanerozoic 5 specific epoches of magmatism were distinctly reflected. The first epoch (Lower Paleozoic - geosyncline) was marked by the appearance of the magmatites of dacite - andesite one; andesite-dacitic-basaltic, gabbro-diabasic, tonalite-granodiorite and granodiorite-granitic formations. The rocks of the granodiorite-granitic formation, the representative of which is the anormous Angara-Vitim batholith, occupying the area of 130 thousand square kilometres, received the greatest development. The granites are non-metalliferous. The following epoches of magmatism are connected with the stages of the tectonic-magmatic stirring up. During the middle-Paleozoic epoch were formed the magmatites of the trachyrhyolite, dacite-trachyrhyolite, alkaline-gabbroid formations, potassic nepheline and alkaline syenites, granosyenite-granitic formation. The deposits of molybdenum, tungsten, tin, graphite, synnyrits, nepheline ores and other ones are geneticly connected with these formations. The Upper Paleozoic epoch was marked by the appearance of the rocks of trachybasaltrhyolite, trachyandesite-balastic, trachyrhyolite, diorite-granodiorite-granitic, alkaline syenite-granitic for-

mation. The granitoidal formations are accompanied by the deposits of the rare metals, molybdenum, boron and other ones. During Mesozoic appeared the magmatites of the contrasting basaltrhyolite, trachybasaltic, granitic formations. The deposits of molybdenum, tungsten, fluorite, polymetals are connected with them. During the final Cenozoic epoch the magmatites of the basaltic, trachybasaltic and andesite-basaltic formations were formed. The following peculiarities of the magmatism evolution of the region are settled: a) the increase of the total alkalinity, mostly at the cost of potassium; b) the decrease of the quantity of calcium and magnesium; c) the increase of the role of the effusive formations.

АНДРЕЕВ Г.В., ШАРАКШИНОВ А.О., Геологический ин-т Бурятского филиала СО Академии наук СССР, г. Улан-Удэ, СССР

ЭВОЛЮЦИЯ ФАНЕРОЗОЙСКОГО МАГМАТИЗМА САЯНО-БАЙКАЛЬСКОЙ ГОРНОЙ ОБЛАСТИ

Саяно-Байкальская горная область является уникальным регионом, в котором в течение фанерозоя отчетливо проявились 5 специфических эпох магматизма. Первая эпоха (нижнепалеозойская-геосинклинальная) ознаменовалась появлением магматитов дацит-андезитовой, андезит-дацитовой, базальтовой, габбро-диабазовой, тоналит-гранодиоритовой и гранодиорит-гранитной формаций. Наибольшее развитие получили породы гранодиорит-гранитной формации, представителем которой является громадный Ангаро-Витимский батолит, занимающий площадь 130 тыс. км^2. Граниты нерудоносные. Последующие эпохи магматизма связаны с этапами тектоно-магматической активизации. В средне-палеозойскую эпоху формировались магматиты формаций трахириолитовой, дацит-трахириолитовой, щелочно-габброидной, калиевых нефелиновых и щелочных сиенитов, граносиенит-гранитной. С этими формациями генетически связаны месторождения молибдена, вольфрама, олова, графита, сынныритов, нефелиновых руд и другие. Верхнепалеозойская эпоха ознаменовалась появлением трахибазальт-риолитовой, трахиандезит-базальтовой, трахириолитовой, диорит-гранодиорит-гранитной, щелочной сиенит-гранитной формаций. Гранитоидные формации сопровождаются месторождениями редких металлов, молибдена, бора и другими. В мезозое появились магматиты контрастной базальт-риолитовой, трахибазальтовой, гранитной формаций. С ними связаны месторождения молибдена, вольфрама, флюорита, полиметаллов. В заключительную кайнозойскую эпоху сформировались магматиты базальтовой, трахибазальтовой и андезит-базальтовой формаций. Устанавливаются следующие особенности эволюции магматизма региона: а) возрастание общей щелочности преимущественно за счет калия; б) уменьшение количества кальция и магния; в) увеличение роли эффузивных формаций.

ARIMA MAKOTO*, FELICITY E. LLOYD** and ALAN D. EDGAR*.
* University of Western Ontario, London, Ontario, Canada
** University of Reading, Reading, England

GENESIS OF POTASSIUM-RICH MAFIC MAGMAS BY PARTIAL MELTING OF METASOMATISED UPPER MANTLE: INFERENCES FROM EXPERIMENT ON ROCKS AND THEIR XENOLITHS

High pressure liquidus and subliquidus phase relations (8-40 kb) of olivine ugandite, biotite mafurite, and katungite from south west Uganda, and wolgidite from the West Kimberley region, Australia indicate potassium-rich mafic magmas can be derived by partial melting of metasomatised upper mantle. These experiments suggest volatile components ($H_2O + CO_2$) and phlogopite play important roles in potassium rich mafic magma genesis. Mineralogy of the source materials is considered to be highly variable and differ from that of lherzolite which is believed to be the source for alkalic undersaturated magmas of nephelinite and melilitite affinities. Phlogopite-olivine-clinopyroxenite is the most likely source for biotite mafurite and katungite, phlogopite-lherzolite for olivine ugandite and phlogopite harzburgite for wolgidite. The diverse mineralogy of the source materials may result from potassium metasomatism of the upper mantle by fluids with high H_2O/CO_2 ratio. Metasomatised mantle sources are also supported by isotope and trace element chemistry, by occurrence of metasomatised mantle nodules in these rocks, and by melting experiments on an average nodule composition from south west Uganda.

AVASIA R. K., Dept. of Geology, St. Xavier's College, Bombay;
GWALANI L. G., Dept. of Geology, K.J. Somaiya College of Science, Bombay, India

PETROLOGY OF THE BAGH SANDSTONES AND ASSOCIATED CARBONATITE - TINGUAITE BRECCIA OF CHHOTA UDAIPUR, GUJARAT, INDIA

The Cretaceous Bagh sediments exposed in the Dugdha-Naswadi Sector (Lats. 21°50' to 22°5' North and Longs. 73°45' to 74°2' East) of Chhota Udaipur include sandstones and limestones, the latter being occasionally fossiliferous and occuring as sporadic bands. The significant aspect of these sediments occuring as they do, closely associated with the Amba Dongar carbonatite-alkalic complex, is the variety of structural and petrological changes brough about in the sandstones by the injection and soaking of the carbonatite-alkalic fluids. These effects are more pronounced, and have been studied in detail in the sediments extending in the adjacent Siriwasan sector (northeast of the present area) closer to the Amba Dongar carbonatite alkalic intrusive focus (Sukheswala and Borges, 1975). In the present area the effects of carbonatite-alkalic magma injection are mild showing the formation in varying proportions of carbonate matrix and observed mainly in the sandstones in the north whereas in the southern part of the region they do not show any such effects. In the eastern part of the area, close to the periphery of the Amba

Dongar carbonatite-alkalic complex, the forceful injection of the sandstones with the overlying basalt have resulted in the formation of carbonatite breccia containing the fragments of basalt, sandstone and metamorphics. Quartz, calcite, ankerite, aegiring-augite, feldspar, apatite, melanite and pyrochlore etc. are the mineral constituants of the breccia. Intimately associated with the carbonatite is undersaturated alkaline rock, namely tinguaite which shows brecciation at places. Besides alkali feldspar, aegirine-augite, nepheline and melanite, the rock also contains the carbonatitic minerals like calcite, pyrochlore and apatite. Sedimentalogical and petrological studies of the unaltered sandstones indicate that they were mostly deposited in a shallow basin.

AVDEIKO G.P., VOLYNETS O.N., **Institute of Volcanology of the Far Eastern Scientific Centre of the USSR Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky; ANTONOV A.Yu., Institute of Geochemistry of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Irkutsk; TSVETKOV A.A., Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR**

LATERAL VARIATIONS OF CHEMICAL AND MINERALOGICAL COMPOSITION OF QUATERNARY LAVAS OF THE KURILE ISLAND ARC

The problem of the Island Arc (IA) magma genesis is one of the main ones in recent petrology. The IA volcanism is studied rather well, but available data do not permit to solve the problem of the nature of the IA magma series simply. It is connected with a weak study of submarine volcanoes and small number of detailed tectonic-petrological investigations of IA. The Institute of Volcanology in common with the Institute of Geochemistry, Institute of Petrography, Mineralogy and Geochemistry and others are conducting such investigations with special study of submarine volcanoes of Kurile IA last years. It is established that the main volcanic arc consists of the echelon-like chains of volcanoes and the angle of joint of the chains to volcanic front in the middle of the arc is 2-5°, and it increases at the southwestern and north-eastern ends of the arc up to 30°. The distance between volcanic front and deep-sea trench is also minimal (170km) in the Middle Kurile Islands and increases at the both ends of the arc up to 210-220km. For the back part of the arc transversal volcanic zones are characteristic, which are represented by the chains, mainly, of submarine volcanoes, jointing to the main volcanic arc usually almost at right angles. Sampling of transversal chains of volcanoes has shown that from volcanic front to the back side of the arc K content in lavas consequently increases up to appearance of

the rocks of absarokite-shoshonite series at the most remote volcanoes. It is accompanied by increase of content of lithophylic trace elements: Rb,Sr,Ba,F and also Ni and Cr. On the contrary, Fe and V contents decrease towards the back side of the arc. Mineralogical composition of rocks and deep inclusions in lavas also changes regularly. Analogous variations of slightly smaller scale are also along some echelon-like chains of the main arc and along the arc as a whole. Lateral variations of volcanic rock composition are correlated with parameters of the Wadati-Zavaritky-Benioff zone and are connected with the changes of conditions of upper mantle melting below this zone.

АВДЕЙКО Г.П., ВОЛЫНЕЦ О.Н., Ин-т вулканологии ДВНЦ Академии наук СССР, г.Петропавловск-Камчатский; АНТОНОВ А.Ю., Ин-т геохимии СО Академии наук СССР, г.Иркутск; ЦВЕТКОВ А.А., Ин-т геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ЛАТЕРАЛЬНЫЕ ВАРИАЦИИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ЛАВ КУРИЛЬСКОЙ ОСТРОВНОЙ ДУГИ

Проблема генезиса магм островных дуг (ОД) является одной из основных в современной петрологии. Вулканизм ОД изучен довольно хорошо, но имеющиеся данные не позволяют пока однозначно решить вопрос о природе островодужных серий вулканических пород. Это во многом связано со слабой изученностью подводных вулканов и малочисленностью детальных структурно-петрологических исследований ОД. Такие исследования со специальным изучением подводных вулканов в пределах Курильской ОД проводятся в последние годы Институтом вулканологии ДВНЦ АН СССР совместно с Институтом геохимии СО АН СССР, ИГЕМ АН СССР и др. Установлено, что в пределах главной вулканической дуги цепочки отдельных вулканов располагаются кулисообразно, причем угол причленения кулис к вулканическому фронту в середине дуги составляет 2-5°, увеличиваясь на юго-западном и северо-восточном окончаниях дуги до 30°. Расстояние от вулканического фронта до глубоководного желоба также минимальное (170 км) на Средних Курилах и увеличивается на обоих концах дуги до 210-220 км. Для тыловой части дуги характерны поперечные вулканические зоны, представленные цепочками в основном подводных вулканов, почти под прямым углом причленяющимися к главной вулканической дуге. Проведенное опробование поперечных цепочек вулканов показало, что от вулканического фронта к тыловой части дуги в лавах последовательно возрастает содержание K вплоть до появления на наиболее удаленных вулканах пород абсарокит-шошонитовой серии, сопрово-

ждающееся возрастанием литофильных редких элементов Rb, Sr, Ba, F, а также Ni и Cr . В том же направлении содержание Fe и V, наоборот, уменьшается. Закономерно изменяется также минералогический состав лав и состав глубинных включений в них. Аналогичные вариации несколько меньшего масштаба отмечены также вдоль отдельных цепочек-кулис главной дуги и вдоль дуги в целом. Латеральные вариации состава вулканических пород коррелируются с параметрами зоны Вадати-Заварицкого-Беньофа и связаны с изменениями условий плавления верхней мантии под этой зоной.

AVILA-SALINAS W.A., Servicio Geológico de Bolivia, La Paz, Bolivia

CONTACT-METASOMATISM, AT CANDELARIA MINE (LA PAZ DEPARTMENT, BOLIVIA)

The main mineralogical and petrological characteristics of a thick metasedimentary sequence of cordierite-bearing hornfels and associated silicate-skarn lenses, that outcrop at Candelaria mine (Larecaja province, La Paz department, Bolivia) a small tungsten-ore deposit, located on the northeastern border of Sorata batholith, are studied on this paper, that summarizes their genetical features and economic interest. The scheelite-bearing ores at Candelaria, are enclosed into lenticular bodies paralleled to the bedding-planes of some hornfelsed sediments, which became progressively transformed into skarnoid rocks and sparse silicate-skarn lenses, as consequence of a complex infiltration-diffusion metasomatism, related to the thermal aureole of the surrounded paleozoic sediments around Sorata pluton. Furthermore, some mineralogical, petrological and chemical aspects, concerning the exoskarn formation - among the hornfelsed host rocks of the cordilleran region of Bolivia - are discussed in terms of a multistadial type of metasomatism. Particularly, the attention was paid to the present example of Candelaria mine, where two main stages: of high and low- temperature metasomatism, respectively, had been recognized during the silicate-skarn generation.

AVILA-SALINAS, W.A., Servicio Geológico de Bolivia, La Paz; KUSSMAUL, S., Universidad Nacional de Costa Rica, San José; HÖRMANN, P.K., Mineralogish-Petrographisches Institut der Universität, Kiel, FRG; CARRASCO,C.R.,Servicio Geológico de Bolivia, La Paz, Bolivia

PETROLOGY OF SAJAMA VOLCANIC REGION (WESTERN ANDES OF BOLIVIA)

The Cenozoic volcanic rocks of Sajama region, in the Western Andes of Bolivia (18° S,latitude) are characterized by rhyolitic tuffs and

alkali-rhyolite ignimbrites (sheets and plateaus) and occasionally by olivine-bearing alkali basalts among their Late-Tertiary effusive products. Overlying to them the Quaternary rhyolites of Sajama caldera, and also lati-andesites and mugearite lavas of some other strato-volcanoes were observed. The studied rocks were probably originated from parental magmas derived from silicate melts, produced by garnet-peridotite fractionation at Upper Continental Mantle depths, followed by differential crustal contamination, below the andean chain.

BALASANYAN S.I., Erevan State University, Faculty of Geology, Erevan, USSR

THE EVOLUTION OF MAGMATISM IN GEOLOGICAL HISTORY OF THE EARTH (on the example of Caucasus Minor and other regions)

Magmatic formations of different tectono-magmatic cycles display considerable distinctions of petrological, geochemical and metallogenic peculiarities in many regions ,particularly in the Caucasus Minor which reflect irreversible evolution of magmatism. The alkalinity of rocks increases during the transition from early geosynclinal formations to those of late geosynclinal ones, and their material composition becomes perceptively complicated. The transition of the geosynclinal stage to orogenic is signified by the appearance of magmatic formations which are new in quality. The early orogenic stage is characterized by the most diversity of its formations and the most complicated composition of its rocks. The quantity of alkaline in them reaches to maximum. However, the alkalinity in the formations at the midorogenic stage drops. The late orogenic stage is again characterized by the appearance of basaltoid formations, which differ from those of early orogenic stage on principle.The general trend of magmatism is expressed also in the change of petrochemical parameters to a certain direction. Some differences are perceived in the evolution of volcanic and plutonic processes.It is also outlined inherited development in the evolution of magmatism,a typical example of which being the vulcanism of pliocene and anthropogene of Alpian geosynclinal zone. On the basis of petrochemical and geochemical materials the magmatic rocks are regarded as remade products of mantle substances at different degrees, moreover, in the geological history of the earth,the role of siliceous material gradually increased ,depending on the thickening size of the earth crust.Besides,in different regions(Caucasus,Ukraine,Middle Asia, Siberia,Urals,Far East etc.) they appear to be considerably different

depended on the geochemical specific features of the mantle. The observed regularities in the evolution of magmatism are interpreted as a reflection of the general development of lithosphere.

БАЛАСАНЯН С.И., Ереванский государственный университет, геолфак, г.Ереван, СССР

ЭВОЛЮЦИЯ МАГМАТИЗМА В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ ЗЕМЛИ (НА ПРИМЕРЕ МАЛОГО КАВКАЗА И ДРУГИХ РЕГИОНОВ)

Магматические формации разных тектоно-магматических циклов во многих регионах и особенно на М.Кавказе обнаруживают значительные различия петрологических, геохимических и металлогенических особенностей, отражающие необратимую эволюцию магматизма. При переходе от раннегеосинклинальных формаций к позднегеосинклинальным возрастает щелочность пород и заметно усложняется их вещественный состав. Переход геосинклинального этапа в орогенный знаменуется возникновением новых по качеству магматических формаций. Раннеорогенная стадия характеризуется наибольшим разнообразием формаций и наиболее сложным составом слагающих их пород. В них содержание щелочей достигает максимума. Однако в среднеорогенную стадию щелочность формаций падает. Позднеорогенная стадия снова характеризуется появлением базальтоидных формаций, принципиально отличающихся от таковых раннегеосинклинальной стадии. Общая направленность магматизма выражается также в изменении в определенном направлении петрохимических параметров. Усматриваются некоторые различия в эволюции вулканических и плутонических процессов. В эволюции магматизма намечается и унаследованное развитие, типичным примером которого является вулканизм плиоцена и антропогена Альпийского геосинклинального пояса. На основании петрохимического и геохимического материала магматические породы рассматриваются как в различной степени переработанные продукты вещества мантии, причем в геологической истории Земли в них роль сиалического материала постепенно увеличивалась по мере утолщения земной коры. Кроме того, в разных регионах (Кавказ, Украина, Средняя Азия, Сибирь, Урал, Дальний Восток и т.д.) они обнаруживают значительные различия в причинной зависимости от геохимической специфики мантии.

Наблюдаемые закономерности в эволюции магматизма трактуются как отражение общего развития литосферы.

BALINTONI ION, Institute of Geology and Geophysics, Bucharest, Romania.

POLYMETAMORPHISM, A DISCUSSION BASED ON EXAMPLES FROM THE ROMANIAN CARPATHIANS

The pre-Alpine Carpathian metamorphics can be divided from paragenetic point of view in three groups: possessing three parageneses within the same mineral association, two parageneses and one paragenesis (excepting the thermal contact parageneses related to allochthonous intrusions). According to the geological relations, isotopic and paleontologic ages, the metamorphics which show only one paragenesis of the mineral associations may be assigned to the Middle Paleozoic, those which show two parageneses to the Lower Paleozoic and those which show three parageneses to the Upper Precambrian Thus, for each pre-Alpine orogeny recognized at present in the Carpathian area (Cadomian, Caledonian, Hercynian) corresponds a specific paragenesis. Therefore, one may speak of polymetamorphism and not of multi-stage metamorphism. The intensity of metamorphism generally decreases till the present-time. The Upper Precambrian metamorphics show an initial metamorphism in almandine amphibolite facies. The Lower Paleozoic metamorphics exhibit an initial metamorphism in the almandine zone of the greenschist facies and the Middle Paleozoic ones are metamorphosed in the chlorite zone of the greenschist facies. The parageneses of the Caledonian metamorphism in the Upper Precambrian formations show variable conditions of generation, occasionally of high temperature and low pressure. It is for these ones that an obvious zoning may be stated. One may conclude that this part of Europe has preserved its mobility from the Cambrian till the present-time as margin of a continental plate.

BARATOV R.B., LUTKOV V.S., Institute of Geology of the Tadjic SSR Academy of Sciences, Dyushanbe, USSR

MAGMATISM AND COMPOSITION OF LITHOSPHERE OF THE PAMIRS AND SOUTHERN TIEN-SHAN

The Pamirs-Tien Shan region is a granitoid province with a thick continental crust (to 65-75 km) and relatively weak development of the eugeosyncline and riftogenic magmatism. The upper mantle rocks are represented mainly by spinel pyroxenites, with eclogites and spinel lherzolites being of subordinate importance. The latter are more characteristic of the eugeosyncline and riftogenic zones in

which the crust is composed mainly of basic granulites, amphibolites, and plagiogneisses. The miogeosyncline structures are noted for pyroxenite (partly, eclogite) composition of the upper mantle rocks and for prevalence of intermediate and acid granites, and metapelite gneisses rich in K and lithophylic rare earth elements in the crust. The inherited character of petrogeochemical features of the vertical successions of the magmatic formations has been revealed alongside with the evolution of composition of the magmatic products in the course of time. Since the Precambrian till the Triassic vulcanites and plutonites of Na and K-Na series with reduced contents of K, F, and lithophylic rare earth elements and with specialization in respect to siderophyle and chalcophyle elements formed in the typical eugeosyncline zones. Repeated developments of alkaline and subalkali magmatism, alternation of expansion and compression regimes, high pressure metamorphism, alkali (mainly, sodic) metasomatosis in the crust and mantle rocks have been observed in riftogenic structures. Prevalence of potassic granitoids and phenomena of convergence of granitoid formations of different age are typical of the miogeosyncline (geoanticline) structures. Dustinctions in composition and structure of the mantle and crust of certain terranes of the Pamirs and Southern Tien Shan must have existed since the Precambrian. Both this distinctions and Phanerozoic tectono magmatic processes have produced lateral heterogeneity of the lithosphere composition and determined geochemical and metallogenic pecularities of the crustal and mantle magmatic formations.

БАРАТОВ Р.Б., ЛУТКОВ В.С., Ин-т геологии Академии наук Таджикской ССР, г.Душанбе, СССР

МАГМАТИЗМ И СОСТАВ ЛИТОСФЕРЫ ПАМИРА И ЮЖНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

Памиро-Тянь-Шань - гранитоидная провинция с мощной континентальной корой (до 65-75 км) и относительно слабым развитием эвгеосинклинального и рифтогенного магматизма. Верхняя мантия характеризуется повышенной ролью шпинелевых пироксенитов при подчиненном значении эклогитов и шпинелевых лерцолитов. Последние более характерны для эвгеосинклинальных и рифтогенных зон, где кора сложена преимущественно основными гранулитами, амфиболитами, плагиогнейсами. Миогеосинклинальные структуры отличаются пироксенитовым (отчасти эклогитовым) составом верхней мантии и преобладанием в коре промежуточных и кислых гранулитов, метапелитовых гнейсов, обогащенных К и литофильными редкими элементами. Наряду с эволюцией состава магматических продуктов во времени имеет место унаследованность петрогеохимических особенностей в вертикальных рядах магматических формаций. В типичных эвгеосин-

клинальных зонах от докембрия до триаса формировались вулканиты и плутониты Na и K-Na ряда с пониженным содержанием K, F, литофильных редких элементов и специализацией в отношении сидерофильных и халькофильных элементов. В рифтогенных структурах отмечаются многократное проявление щелочного и субщелочного магматизма, чередование режимов растяжения и сжатия, метаморфизм высоких давлений, щелочной (преимущественно натриевый) метасоматоз в коре и мантии. Для миогеосинклинальных (геоантиклинальных) зон характерны преобладание калиевых гранитоидов и явления конвергенции разновозрастных гранитоидных формаций. Различия состава и строения мантии и коры в отдельных структурах Памира и Южного Тянь-Шаня были заложены, вероятно, еще в докембрии. Эти различия в сочетании с фанерозойскими тектоно-магматическими процессами привели к латеральной неоднородности состава литосферы и обусловили геохимическую и металлогеническую специфику мантийных и коровых магматических образований.

BARDINTZEFF J.M., Laboratore de Pétrographie-Volcanologie, Universite, Paris, France

OROGENIC NUEES ARDENTES: A NEW CLASSIFICATION

Three types of nuees ardentes are classically distinguished (MAC DONALD, 1972): collapse (Merapi-type), low angle explosion (Pelee-type) and vertical explosion (Saint-Vincent-type). This classification does not take into account the production of new magma. A new classification is proposed, by the way of the comparison of nuees ardentes emitted in subduction context. All these tephra are andesitic, with the exception of Santiaguito (dacitic) and have a typical calk-alkaline mineralogy. Glasses are however of contrasting types. Angular fragments, of dacitic to rhyolitic composition, considered as old pulverized mesostases (Santiaguito, Merapi). Pumiceous glasses, 10 microns large (St. Vincent) to plurimillimetric (Arenal) of andesitic to dacitic composition, produces of new magmas. The grain size analysis show, for the split between 0,035 and 2 mm, a sigmoid curve with median at 0,30-0,40 mm for Saint Vincent and Santiaguito and at 0,45-0,60 mm when collapse occurs at Merapi and Arenal. Four types of orogenic nuees ardentes are distinguished, according to the presence of pumiceous glasses, to the occurrence of high pressure parageneses (Saint-Vincent) and to the degree of explosivity. In this classification, the Merapi-type of MAC DONALD is subdivided into 2 types of collapsing: Merapi and Arenal. Saint-Vincent-type and Pelée-type are put together, because the differences in the eruptions are due only to the topography. Santiaguito-type, a new type, is proposed for nuees ardentes produced by high explosivity due to volatiles.

BARRERA J.L., BELLIDO F., KLEIN E., de PABLO J.G., Geoprín, S.A., Madrid; BRANDLE J.L., Instituto de Geologia Económica, Madrid, Spain

PETROLOGICAL AND GEOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF THE LATE PALEOZOIC GRANITIC SERIES IN THE NW OF THE SPANISH HESPERIAN MASSIF

This contribution presents some of the outcomes of a several years investigation project on the late Paleozoic granitic rocks in the NW part of the Hesperian Massif (NW Spain), one of whose main purposes was to establish a relation between their field characteristics and their chemical composition. Four groups of granitoids have been distinguished on the basis of their petrological and deformative features. The first group consists of a series of mainly porphyritic biotite granites corresponding to early intrusions. The second group is made up of inhomogeneous granitoids closly related to migmatized metasediments and orthogneisses. They intrude into catazonal environments during regional metamorphic events. The third group comprises two mica granites of a wide compositional range. They display syn- to late tectonic features. The last group corresponds to biotite ± muscovite granites, generally of a porphyritic nature. They intrude under epizonal conditions during postectonic stages. A multivariate statistical analysis was carried out on the results of some 500 whole rock chemical analyses, allowing to characterize geochemically each one of the above mentioned groups of granitic rocks.

BASU NITIN KUMAR and MAYILA AGNES, University of Dar es Salaam, Dar es Salaam, Tanzania

PETROGRAPHIC AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE PANDA HILL CARBONATITE COMPLEX, TANZANIA

The Panda Hill Carbonatite Complex, situated near the south-western flank of the Rukwa trough in southwestern Tanzania, comprises a carbonatite body, a fenite aureole and feldspathic agglomerate and breccia. Petrographic study supported by chemical analytical studies of both rocks and minerals indicate that the fenite zone close to the carbonatite body and the agglomerate and breccia are exceptionally rich in potash (normative orthoclase 75 - 95%) unless they are carbonatised. Fenites consist mainly of monomineralic orthoclase rock grading to basement gneiss away from the carbonatite body. Fragments of agglomerates range from feldspathic fenites to altered basement gneiss with some fragments carbonatized. All the minerals,

even in the carbonatites, are extensively replaced by nearly opaque, brown, ferruginous material, consisting mainly of ferric iron. The central plug and most of the carbonatite body consist of sövite. Beforsite occurs as dyke-like bodies often cutting across flow-lines of sövite. Beforsite forms the outermost boundary of the carbonatite body on the south-east. Ferrocarbonatite forms the outermost boundary of the main body in the eastern foothills. A number of phoscorite dykelets are associated with sövite often imparting a flow structure. Several mafic dykes intrude into the main carbonatite body. All these dykes are more or less carbonatized. Two types of mafic dykes are distinguished: Carbonatized lamprophyre dykes; Diabase dykes. The primary magma from which the Panda Hill carbonatite and its associates originated appears to have a potash-rich fraction. Explosive eruption of potash-rich magma and influx of potash-rich solutions lead to extensive fenitization. The central plug indicates forceful injection of the solid body simultaneously with the explosive eruption. The distribution of tuffs and volcanic breccia around three hill-tops shows existence of volcanic vents. Intrusion of minor dykes of mafic and ultramafic rocks took place alongwith the intrusion of the carbonatite plug. During falling temperature, permeation of the rocks surrounding the carbonatite body by carbonate fluids caused partial replacement of all the minerals by carbonates.

BASU NITIN KUMAR and MRUMA ABDULKARIM HAMISI, University of Dar es Salaam, Dar es Salaam, Tanzania

PETROLOGY OF THE TALC-KYANITE-YODERITE-QUARTZ SCHIST AND ASSOCIATED ROCKS OF MAUTIA HILL, MPWAPWA DISTRICT, TANZANIA

Talc-kyanite-yoderite-quartz schist and associated rocks belonging to the Proterozoic Usagaran System occurring along the western edge of the Mozambique Orogenic Belt (450-600 Ma) were studied using petrographic, X-ray difraction, electron-microprobe and fluid inclusion methods. Besides the typical assemblage (a) talc-kyanite-yoderite-quartz, the following mineral assemblages were recognired in the associated rocks: (b) biotite-plagioclase-quartz, (c) kyanite-garnet-biotite-plagioclase-quartz, (d) garnet-clinopyroxene-hornblende-labradorite, (e) kyanite-biotite-hematite-quartz-(-scapolite), (f) phlogopite-epidote-quartz, (g) biotite-muscovite-microcline-plagioclase-quartz, (h) dolomite-tremolite-talc, (i) pargasite-dolomite-talc-(-chlorite), (j) edinitic hornblende-viridine-piemontite-phlogopite-talc-yoderite-quartz-(-chlorite). The assemblages garnet-kyanite-plagioclase in (c), garnet-clinopyroxene-hornblende-

labradorite in (d) confirm attainment of the peak of metamorphism. During this stage, dolomite-pargasite-talc assemblage in (i) and talc-kyanite in (a) had formed. Fluid inclusions trapped in kyanite in the talc-kyanite-yoderite-quartz schist are found to be CO_2 rich fluids. This indicates low water fugacity during the formation of talc-kyanite assemblage and so, pressure was probably lower. Primary fluid inclusions could be trapped at pressures between 5.2 to 5.6 Kbars and temperatures ranging from 540°C to 570°C. So, this gives the P-T range of the peak of the first phase of progressive metamorphism.

BECCALUVA L.,Ist.Min.e Petr. Univ.Napoli Italy, BROTZU P., Dipart.Scienze Terra Univ.Cagliari Italy, MACCIOTTA G., Ist. Min.e Petr. Univ. Parma Italy, MORBIDELLI L., Ist. di Min.e Petr. Univ. Roma, TRAVERSA G. Ist. Scienze Terra Univ. Catania Italy

OLIGO-MIOCENE OROGENIC VOLCANISM IN SARDINIA

From 29 to 13 m.y. ago an orogenic volcanism developed in Sardinia.The volcanic activity mainly took place along a trending graben in the western part of the Island but also extended to submarine volcanic edificies found to the South and the North of Corsica.
Two genetically distinct volcanic activities occured during that magmatism cycle:
a) From 29 to 20-21 m.y. the volcanism was mainly represented by basaltic and andesitic lavas (with minor amount of differentiated products) in thick flows and domes. The oldest of these manifestations are almost coeval with analogous magmatic (subvolcanic) products from Esterel (France).
b) From 20-21 m.y. the volcanic activity was characterized by fissural ignimbritic products of rhyolitic-daciticcomposition which alternated and were accompained by new basic lavas up to the end of the magmatic cycle.
A chemical zonation of lava magmatism is indicated by the predominance in the North of calcalkalic/high-K_2O calcalkalic volcanics and of tholeiitic products in the South of the Island.
This appears linked to the various influence of mantle metasomatizing acqueous fluids/melts related to different depths of a northward dipping subduction zone established prior and during the inferred drift and rotation of the Sardinia-Corsica microplate away from the european margin and the opening of the balearic basin.
Petrographic and geochemical features of rhyolitic-dacitic ignimbrites suggest a derivation of these melts by anatexis of a granitoid continental crust most probably favoured by previous and prolonged rise of mantle produced basic melts.

BELEVTSEV R.Ya., YAKOVLEV B.G., Institute of Geochemistry and Physics of Minerals of the Ukr SSR Academy of Sciences, Kiev, USSR

EVOLUTION OF METAMORPHISM AND GRANITE FORMATION IN GRANULITIC COMPLEXES

The age of granulitic complexes varies from the early Archean to Paleozoic. Early Archean (more than 3,0 - 3,2 b.y.) and early Proterozoic (about 2,0 b.y.) cycles of the granulitic metamorphism are the most important. Early Archean granulitic complexes constitute a basis of the continental Earth crust and compose altered basement of younger structures. Formation of lower Proterozoic granulities resulted in consolidation of the Precambrian platforms. Here above mentioned rocks occur in the cores of zonal metamorphic aureoles. Slightly altered lower Archean granulitic complexes are presented by particular metabasite-enderbite formation, which consists of metamorphic substratum (basic rocks prevail, they are probably volcanites, with layered bodies of metapyroxenites, ferrugionous quartzites, eulisites) and plagiogranitic, quartz-dioritic or anorthositic enderbites. Rocks of this formation were highly altered during subsequent metamorphic cycles that often results in the formation of secondary gneisses and schists (blastomilonites), and polimigmatites rich in K. Lower Proterozoic granulitic complexes are formed both owing to lower Archean rocks in fault blocks (regressively) and lower Proterozoic volcanogenic-sedimentary series (progressively). Early Archean granulitic metamorphism is monofacial and areal. It is characterized by high temperatures (800 - 1000°C) and moderate or low pressures, and accompanied by selective melting of metabasites at a considerable supply of H_2O, Si, Na. The peculiarities of early Proterozoic granulitic metamorphism are as follows: low temperatures (700 - 900°C), zonal, moderate or increased pressures, low water content in the fluid of metamorphites. Potassium is of great importance during the granite formation. Data on chemical heterogeneity of minerals (microprobe) in granulites show alteration of temperature and fluid regime of metamorphism and granite formation, supply of Na during the enderbitization and that of K during the charnokitization.

БЕЛЕВЦЕВ Р.Я., ЯКОВЛЕВ Б.Г., Ин-т геохимии и физики минералов Академии наук УССР, г.Киев, СССР

ЭВОЛЮЦИЯ МЕТАМОРФИЗМА И ГРАНИТООБРАЗОВАНИЯ В ГРАНУЛИТОВЫХ КОМПЛЕКСАХ

Гранулитовые комплексы имеют разный возраст - от раннеархейского до палеозойского. Самыми крупными циклами гранулитового метаморфизма

были раннеархейский (более 3,0-3,2 млрд. лет) и раннепротерозойский (около 2,0 млрд. лет). Нижнеархейские гранулитовые комплексы составляют основу континентальной земной коры и слагают в значительной степени переработанный фундамент более молодых складчатых сооружений. Образованием нижнепротерозойских гранулитов завершилась консолидация докембрийских платформ, где эти породы залегают лишь в ядрах зональных метаморфических ореолов. Малоизмененные нижнеархейские гранулитовые комплексы представлены специфической метабазит-эндербитовой формацией, в которой различаются метаморфический субстрат (преобладают основные породы, вероятно вулканиты, с пластовыми телами метапироксенитов, железистых кварцитов, эвлизитов) и эндербиты плагиогранитового, кварц-диоритового или анортозитового состава. Породы этой формации сильно изменены во время последующих метаморфических циклов, что часто приводит к образованию вторичных гнейсов и сланцев (бластомилонитов), а также богатых калием полимигматитов. Нижнепротерозойские гранулитовые комплексы формируются как по нижнеархейским породам в выступах фундамента (регрессивно), так и по нижнепротерозойским вулканогенно-осадочным толщам (прогрессивно). Раннеархейский гранулитовый метаморфизм монофациален и ареален, проходил при высоких температурах (800-1000°С) и умеренном или низком давлении, повсеместно сопровождался селективным плавлением метабазитов при значительном привносе воды, кремния и натрия. Раннепротерозойский гранулитовый метаморфизм более низкотемпературен (700-900°С), зонален, характеризуется умеренным или повышенным давлением, низким содержанием воды во флюиде метаморфитов и значительной ролью калия при гранитообразовании. По химической неоднородности минералов (микрозонд) в гранулитах прослеживается изменение температурного и флюидного режима метаморфизма и гранитообразования, привнос натрия при эндербитизации и калия при чарнокитизации.

BERBELEAC ION, Enterprise for Geological and Geophysical Prospecting Bucharest; STEFAN AVRAM, Institute of Geology and Geophysics, Bucharest, Romania

ORE TEXTURE IN THE ALTIN-TEPE MASSIVE SULPHIDE-FE-OXIDE DEPOSIT, DOBROGEA, ROMANIA

The Altîn-Tepe massive sulphide-Fe-oxide mineralization is situated in the upper volcano-sedimentary unit of the Altîn-Tepe Series (Precambrian), metamorphosed in almandine amphibolite facies, and underwent retrograde transformation; it shows a wide range of textures. Their study points to: 1. the fine bedded texture (0.1-15 cm, 15-150 cm in places) conformable with the schistosity and bedding of

rocks marked by the alternating microrhythms and different or similar structures and mineralogical compositions, represents "relicts" of "prograde" metamorphism. The "prograde" type ore is characterized by boudins, remnants of rocks, muscovite, chlorite, feldspar, quartz, epidote, garnet, etc., as well as by the elongation, spinning and rounding of pyrite and magnetite porphyroblasts. One should also mention the fissuring and brecciation of hard minerals (pyrite, magnetite, quartz) and their cementation by plastic minerals (chalcopyrite, galena); 2. the "retrograde" type ore (mixed ore, ground ore) is characterized by brecciated and bedded textures due to breaking, movement and sliding on parallel deformation planes of pyrite and magnetite porphyroblasts from soft minerals (chalcopyrite) and also by the abundance of porphyroclasts and recrystallizations; 3. breccia textures, strongly crushed and finely ground, and chalcopyrite and blende enrichment of ore accompany the faults which alter the ore deposit and the highly mylonitized areas. All these remarks, and others, are used to estimate the metamorphic transformations of the ore from the Altîn-Tepe deposit.

BERCIA IOSIF, HARTOPANU ION, Institute of Geology and Geophysics, Bucharest, Romania

MINERAL ISORELATION CURVES - A USEFUL ATTEMPT IN STUDYING THE METAMORPHISM CONDITIONS

The significance of the mineral isorelation planes as well as their representation on the map by isorelation curves are presented. The metamorphic textures, significant when presenting a constant mineral relationship on a regional scale, are examined critically. Areas with identical mineral relationships, signifying isoconditions volumes for a given relationship, are also described. Two important metamorphic areas (in the Godeanu and Mehedinti Mts) are presented. Here there occur both a Barrovian and an intermediate low-pressure type of metamorphism. The mineral isorelation curves are drawn up in the areas of both metamorphic types as well as at the boundary between them. The cross-sections on the mineral isorelation curves led to the establishing of typical mineral relations as well as to the drawing up of mineral isoreaction curves. In the authors' opinion the isoreaction curves can be interpreted (by calculation of the Gibbs free energy for the minerals implied) as isocondition curves representing in fact the environment of physical conditions and the metamorphic evolution in the study area.

BERIDZE M.A., GUGUSHVILI V.I., A.I.Ganelidze Geol.Institute of the Academy of Sciences of the Georgian SSR, Tbilisi, USSR

HYDROTHERMAL ALTERATION IN THE VOLCANIC SERIES OF ISLAND ARCS AND INTERARC BASINS AS INDICATOR OF GEODYNAMIC ENVIRONMENTS

In the region of the Great Caucasus, in Early Alpian time two types of basins were established: island arc and interarc. The first one is characterized by calc-alkaline bypolar spilite-keratophyric (Sinemurian-Pliensbachian) and weekly differentiated basaltic (porphyritic) volcanic activity accompanied by the shallow-marine terrigenous sedimentation. In the interarc basin situated between the Transcaucasus and Great Caucasus island arcs toleiitic pillow-basalts are eruoted (in Domerian-Lower Toarcian and Aalenian -Lower Bajocian) with the semipelagic bathial sedimentation. Regional hydrothermal alteration in the island arc volcanics is represented by chlorite-albite and zeolite alteration that occured within the temperature interval of 150-350°C. In the tholeiitic basalts of the interarc basin regional uralitization, actinolitization and epidotization (with zoisite) are widespread, that took place at higher temperature (350-450°C). Thus regional hydrothermal alteration in the island arc and interarc basins are represented by different hydrothermal mineral assamblages, indicating different heat regimes. The differences between these basins by character of sedimentation and volcanic products are evident.

БЕРИДЗЕ М.А., ГУГУШВИЛИ В.И., Геологический институт им.А.И.Джанелидзе Академии наук Грузинской ССР, г.Тбилиси, СССР

ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ВУЛКАНОГЕННЫХ ТОЛЩАХ ОСТРОВОДУЖНЫХ И ОКРАИННО-МОРСКИХ БАССЕЙНОВ КАК ИНДИКАТОРЫ ГЛУБИННЫХ РЕЖИМОВ

В раннеальпийское время в пределах Большого Кавказа существовало два типа бассейнов: островодужный и окраинно-морской. Первый характеризовался известково-щелочным контрастно дифференцированным спилит-кератофировым (синемюр-плинсбах) и слабодифференцированным базальтоидным порфиритовым (байос) вулканизмом, протекающим на фоне мелководно-морского терригенного осадконакопления. В окраинно-морском бассейне, расположенном между Закавказской и Большекавказской островными дугами, в процессе растяжения извергались толеитовые пиллоу-базальты (домер-ранний тоар, аален-ранний байос) в условиях гемипелагического батиального осадконакопления. В островодужных вулканитах региональные поствулканические гидротермальные процессы выражены в хлорит-альбитовом и цеолитовом изменении, соответствующем температурному интервалу 150-350°. В толеитовых базальтах окраинно-

го моря развиты региональная уралитизация, актинолитизация и эпидотизация (с цоизитом), протекающие при более высоких температурах (350–450°С). Следовательно, региональные поствулканические процессы этих двух, отличающихся друг от друга по условиям осадконакопления и типам вулканитов бассейнов, выражены разнотемпературными гидротермальными минеральными ассоциациями, отражающими разные глубинные режимы.

BERZA TUDOR, HANN HORST, LANCU VIORICA, SEGHEDI ANTONETA, Institute of Geology and Geophysics, Bucharest, Romania

DYNAMIC AND/OR REGRESSIVE METAMORPHISM - EXAMPLES FROM THE ROMANIAM CARPATHIANS

The Romanian Carpathians represent an Alpine orogenic belt in which older metamorphic formations are propitious to the study of the effects caused by the deformations taking place at upper structural levels, under low-temperature conditions, on the middle and high-grade metamorphic rocks. The polycyclic Proterozoic metamorphics point out static or dynamic mineralogical transformations of regressive character, that attest their reactivation under various geotectonic conditions. The new regional metamorphism may be at various grade, from the garnet zone to the stilpnomelane one. The superimposed character is proved by the dynamic and mineralogical reorganization of the rocks. The superimposed metamorphic zones are revealed by thermodynamically incompatible associated parageneses, showing relations of replacement and non-equilibrium of the relict paragenesis. The more advanced is the degree of mineralogical and structural reorganization, the more difficult is the differentiation of the retrograde metamorphic products from the prograde sequences. The presence in the South Carpathians of narrow metamorphic zones, associated with shearing zones and, sometimes, subcrustal rock bodies (eclogites, pre-Alpine ophiolitic complexes) allows the identification of sutured tectonic belts. An attempt to define the criteria for distinguishing the blastomylonites - rocks generated by ductile deformating under PT conditions characteristic of various index minerals - from the mylonites formed by cataclasis, and subsequently recrystallized, and from the products of the retrograde regional metamorphism, is made. The structural and mineralogical characteristics of the metamorphic rocks which were subjected to Alpine, Hercynian or older deformations are pointed out.

BEZMEN N.I., Institute of Experimental Mineralogy of the USSR Academy of Sciences, Chernogolovka, Moscow Region, USSR

EXPERIMENTAL STUDY ON LIQUID DIFFERENTIATION IN BASIC-ULTRABASIC MAGMAS

The interation between basic magmas and fluids of the H-O-C-Cl,F system, with the gas ratios controlled by O_2 and H_2 fugacities, resulted in two types of liquid layering: gradual change in the melt composition with depth (latent layering) and in liquid layering (liquid immiscibility). Under fluid pressures of 100-500 MPa (water-hydrogen mixes in which the water molar fraction was 0.9-0.5) and at temperatures above the liquidus (1200-1400°C), latent layering was taking place with a gradual increase in the silica and alkali contents towards the upper portions of the sample. Increasing the hydrogen molar fraction, temperature and run duration were found to promote layering. The addition of carbon-bearing gases and strong acids (HF, HCl) eventually led to basic-ultrabasic layering in picritic magmas. The HCl or HF molar fractions as small as 0.15 were determined from the water-chlorine or water-fluorine ratios in the apatite used on indicator inside the capsule. The experimental results have been used to get a better insight into the differentiation processes in the layered basic-ultrabasic intrusions in Pechenga and Norilsk.

БЕЗМЕН Н.И., Ин-т экспериментальной минералогии Академии наук СССР, Черноголовка Московской области, СССР

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЖИДКОСТНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ БАЗИТ-ГИПЕРБАЗИТОВЫХ РАСПЛАВОВ

При взаимодействии расплавов основного состава с флюидами системы H-O-C-(Cl,F), соотношение газов в которой контролировалось фугитивностями кислорода и водорода, получено жидкостное расслоение двух типов: постепенное изменение состава расплава по высоте образца (скрытое расслоение) и эмульсионно-капельное с четкими поверхностями раздела (ликвационное). Под давлением (100-500МПа) водно-водородных смесей, мольная доля воды в которых составляла 0,9-0,5, при температурах, превышающих температуры ликвидуса расплавов (1200-1400°С), проявляется эффект скрытого расслоения с постепенным возрастанием кремнезема и щелочей в верхних частях образца. Повышение мольной доли водорода, температуры и времени эксперимента увеличивает интервал расслоения. Ликвационное базит-гипербазитовое разделение пикритовых расплавов наблюдается при добавлении во флюидную фазу углеродсодержащих газов

и сильных кислот HF или HCl .Мольная доля HCL или HF не превышала 0,15 и определялась по соотношению воды и фтора или хлора в апатите, который помещался в реакционную ампулу как индикатор.Полученные экспериментальные данные легли в основу рассмотрения процессов дифференциации расслоенных базит-гипербазитовых рудоносных интрузивов Печенги и Норильска.

BIRCH G.H., Imperial College of Science and Technology, United Kingdom

CONTROLS ON THE Ni-Cu MINERALIZATION OF THE MADZIWA COMPLEX, NE ZIMBABWE

The Madziwa complex is a medium sized Archaen suite of rocks intrusive into Archaen basement tonalite. Differentiation took place and the complex comprises a main basal pyroxenite layer (dominantly Enstatite $En_{80}Fs_{18}Wo_3$) overlain by norite and two minor pyroxenite horizons. Intrusive contacts between the mafic rocks and the basement tonalites are characterized by contact migmatization of the tonalite and the development of hybrid quartz gabbro. Disseminated to massive zones of pyrrhotite-pentlandite chalcopyrite-pyrite mineralization grading 0.8% Ni, 0.2% Cu are found closely associated with the contact between hybrid quartz gabbro and the main orthopyroxenite layer. Within the quartz gabbro the SiO_2, Al_2O_3, Na_2O and K_2O values decrease as the distance from the basement rocks increases. This and other petrological evidence suggests that the quartz gabbro formed as a result of the original magma becoming contaminated with salic crustal material. It is considered likely that this contamination raised the SiO_2 activity of the mafic melt. This may have caused the precipitation of sulfides by lowering the capacity of the melt to hold sulfur in solution. After emplacement,the Madziwa complex was severaly disrupted by tectonism and parts have subsequently been amphibolitized during greenschist facies metamorphism.

BOETTCHER ART, Inst. Geophysics and Planetary Physics and Dept. Earth and Space Sciences, Univ. of California, Los Angeles, California, U S A

MELTING AND THE STRUCTURES OF LIQUIDS IN ALUMINOSILICATE SYSTEMS FROM ATMOSPHERIC TO HIGH PRESSURES

To test the proposal that aluminosilicate liquids exhibit pressure-induced phase transformations, we determined melting relationships for the feldspar-

bearing systems $NaAlSi_3O_8$-SiO_2, $KAlSi_3O_8$-SiO_2, and $CaAl_2Si_2O_8$-SiO_2 from one atm. to 25 Kbar, under vapor-absent conditions and with CO_2 and H_2O-CO_2 vapors. Albite and anorthite liquids behave similarly in that they transform at high pressures to jadeite, kyanite, corundum, and other dense structures with 6-fold Al, releasing SiO_2 component. This increases the activity of SiO_2 component in the liquid (a^{ℓ}_{qz}), which produces a large decrease in the freezing-point depression of albite and anorthite by the addition of quartz above ~ 15 Kbar. In contrast, sanidine does not transform to denser phases below at least 100 Kbar, but it melts incongruently to leucite + SiO_2-rich liquid up to 15 Kbar. This produces a large a^{ℓ}_{qz} and a small freezing-point depression by quartz below this pressure; the opposite is true > 15 Kbar. The significant increase in the solubility of CO_2 in some hydrous and anhydrous aluminosilicate liquids above ~ 15 Kbar provides additional support to the concept that significant structural changes occur in magmas at high pressures in the mantle.

BOGATIKOV O.A., KOVALENKO V.I., Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow; ZONENSHINE L.P., I.P. Shirshov Institute of Oceanology of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

MAGMATISM AND GEODYNAMICS

1. Relationships between magmatism and geodynamics are substantially different for the first 2.5-3.0 billion years and subsequent geologic time. The early stage was dominated by differentiation of a primitive mantle into a depleted mantle and crust enriched in lithophile elements and the hydrosphere. Magmatism at this stage evolved in specific for the early Precambrian environments of greenstone belts and gneissic domes which have not direct analogs in modern geodynamic environments. 2. For the past 2 billion years, major magmatic and other geological events in outer shells of the Earth have been determined by the lithospheric plate movements. Simple and composite magmatic-geodynamic environments are distinguished. Typical of the simple one are the magmatism of plate boundaries (oceanic and continental rifts, intraoceanic island arcs, active continental margins of different types, continental collision zones) and intraplate magmatism. In composite environments distinctive simple ones are spatially combined, with superimposing of their characteristic magmatism (Iceland, the Mediterranean belt, western North America etc.). The most common component in composite environments is intraplate volcanism. 3. For folded belts different distribution of geodynamic environments in time and their combination in space is noted, but all of them were formed at the site of oceanic basins as a result of the approach and subsequent collision of continents. Thus, Urals was formed essentially at the site of island arcs and marginal basins and with a very long period of continental collision. In Mongolia folded systems also emerged at the site of island arcs and marginal basins. But at the later stages composite magmatism was

widely developed on its territory indicating the existence of contrast geodynamic conditions of active continental margins (Andean-type) and continental rifting. Such an environment, defined as Mongolian-Okhotsk-type, apparently appears when continental margin is thrust over oceanic spreading ridge. An example of such environment in late Cenozoic time can be the margin of North America.

БОГАТИКОВ О.А., КОВАЛЕНКО В.И., Ин-т геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Академии наук СССР, г.Москва; ЗОНЕНШАЙН Л.П., Ин-т океанологии им. И.П.Ширшова Академии наук СССР, г.Москва, СССР

МАГМАТИЗМ И ГЕОДИНАМИКА

I. Взаимосвязи магматизма и геодинамики существенно различны для первых 2,5-3,0 млрд. лет и для последующего геологического времени. Основное содержание раннего этапа - это дифференциация примитивной мантии на истощенную мантию и обогащенную литофильными элементами кору и гидросферу. Геодинамические обстановки проявления магматизма этого этапа относятся к специфическим для раннего докембрия зеленокаменным поясам и гнейсовым куполам, которые не имеют себе полных аналогов в современных геодинамических обстановках. 2. Последние 2 млрд. лет главнейшие магматические и другие геологические события в верхних оболочках Земли определяются движением литосферных плит. Выделяют простые и смешанные геодинамические обстановки проявления магматизма. В простых обстановках проявлен магматизм границ плит (океанический и континентальный рифтовый, внутриокеанических островных дуг, активных континентальных окраин разного типа, зон столкновения континентов) и внутриплитовый. В смешанных геодинамических обстановках пространственно совмещены различные простые обстановки с наложением друг на друга характерного для них магматизма (Исландия, Средиземноморский пояс, запад Северной Америки и др.). Особенно часто в смешанных обстановках в качестве одного компонента участвует внутриплитовый магматизм. 3. Для складчатых поясов отмечается различная последовательность во времени и сочетание в пространстве геодинамических обстановок, но все они возникли на месте океанических бассейнов за счет сближения и последующего столкновения континентов. Так, Урал формировался в основном на месте островных дуг и окраинных бассейнов и для него был свойственен очень длительный период континентального столкновения. Складчатые сооружения Монголии развивались также на месте островных дуг и окраинных бассейнов. Но на поздних стадиях на территории Монголии был широко проявлен смешанный магматизм, отражающий сосуществование контрастных геодинамических условий активных континентальных окраин андийского типа и континентального рифтогенеза. Та-

кого рода обстановка, обозначаемая как монголо-охотская, возникает скорее всего при надвигании континентальной окраины на океанический спрединговый хребет. Примером такой обстановки в позднем кайнозое может служить окраина Северной Америки.

BORIANI ATTILIO and GIOBBI ORIGONI EVELINA, Centro di Studio per la Stratigrafia e Petrografia delle Alpi Centrali, C.N.R., Milano and Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Milano, Italy

HIGH-GRADE METAMORPHISM, ANATEXIS, DEGRANITISATION AND THE ORIGIN OF THE GRANITES: AN EXAMPLE FROM THE SOUTH-ALPINE BASEMENT

The Hercynian belt of the Southern Alps (Italy) consists of Middle Paleozoic sediments (Carnia) and metamorphic rocks ranging from low-grade in the E to high-grade and granulite facies in the W (Ivrea-Verbano Zone). The igneous activity is pre-, syn-,post-tectonic. Pre-tectonic volcanism is bimodal with basic extrusives preceding the Caradocian rhyolites; the latter are coeval with widespread granodiorites and granites.

Pre-,syn-,tectonic igneous rocks are the spilite-keratophyre association of Carnia (Carboniferous flysch) and probably also part of the Ivrea-Verbano basic body. The sedimentary sequence contains terrigenous sediments and pelagic limestones as well as pelitic radiolaritic shales (Silurian). Metapelites dominate in the metamorphic rocks but also metagraywackes are important (Strona-Ceneri Zone). In the eastern part metarhyolites are intercaleted; therefore a pre- and a post-Caradocian series can be distinguished. Only pre-Caradocian rocks seem to exist in the W part;accordingly large masses of metaplutonites are present. The Hercynian barrovian-type metamorphism (Rb/Sr mineral ages = 350-325 m.y.) consisted in a relatively low-T synkinematic phase followed by a post-kinematic high-T phase.

Post tectonic igneous activity is dominantly granitic and rhyolitic-rhyodacitic and postdates of about 50 m.y. the peak of metamorphism. In the Ivrea-Verbano the transition medium-grade - high-grade is marked by limited amounts of anatectic migmatites. Granulites are very probably deeply degranitised; a Rb/Sr w.r. isochron indicates isotopic homogeneisation around 478 m.y.interpreted as peak of metamorphism, implying, if correct, that the Hercynian belt is polymetamorphic (Caledonian+Hercynian).We propose an evolutionary model of an ensialic orogen similar to KRÖNER's (1981) late-Proterozoic model but with a more rigid lithospheric behaviour: 1) Continental rift system with initial crustal thinning, subsidence and witespread bimodal volcanism. 2) A-type subduction and closure with thrusting and folding followed by high-T post kinematic metamorphism. 3) Melting of the undergoing crustal slab caused general post-tectonic granitic-rhyolitic magmatism.

BORSUK A.M., TSVETKOV A.A., CHERNYSHEV I.V., ZHURAVLEV D.Z., Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

MAGMATIC EVOLUTION OF THE ALEUTIAN ISLAND ARC

Magmatism of Kommandorskie Islands at the westernmost flank of the Aleutian Island arc has been investigated. Several magnatic associations are distinguished corresponding to successive stages of the arc evolution. These are: 1) basalt-plagiorhyolitic (P_3), 2) basalt-trachydoleritic (N_1^{1-2}), 3) diorite-granitoid (N_1^3-N_2^1). Volcanics of the forth magmatic association - andesitic one (N_2^3-Q), widely spread within the east-central parts of the Aleutians, are completely lacking at Kommandorskie Islands. Downbending of oceanic crust and formation of the Aleutian submarine ridge is characterized by generation of bimodal basalt-plagiorhyolitic association (35-28 m.y.b.p.). Petrochemical features of its basic members closely resemble those of a low-titaniferous basalts originating during the early evolutional stages of many modern ensimatic island arcs. Subalkaline basalt-trachydoleritic association (27-21 m.y.b.p.) which follows basalt-plagiorhyolitic one is restricted mainly to the western segment of the Aleutian arc (Kommandorskie Islands). During inversion of geotectonic regime throughout the whole island arc rocks of diorite-granitoid association (12-8 m.y.b.p.) are formed. Nd and Sr isotopic analysis carried out for Kommandorskie Islands magmatic rocks led us to the following conclusions: 1) all the parental magmatic melts were of mantle origin, 2) magmatic sources throughout the whole Aleutian Island arc remained isotopically homogenous during entire period of its evolution (for more than 40 m.y.), 3) crustal contamination of magmatic melts played a significant role only during early stages of the island arc development; during subsequent stages the effectiveness of such process was considerably diminished, 4) oceanic sediments were not practically involved in magma generation during the initial evolutional stage, 5) notable variability of $^{87}Sr/^{86}Sr$ isotopic ratios in rocks of similar petrographic type is most probably due to propilitization. Distinctions in evolutional patterns for the western, central and the eastern segments of the Aleutian arc seem to be determined: 1) by lateral compositional heterogeneity and differences in thickness of the arc basement related to transition from oceanic type crust into continental one, 2) by variations in depths of magmatic sources.

БОРСУК А.М., ЦВЕТКОВ А.А., ЧЕРНЫШЕВ И.В., ЖУРАВЛЕВ Д.З., Ин-т геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Академии наук СССР, г. Москва, СССР

ЭВОЛЮЦИЯ МАГМАТИЗМА АЛЕУТСКОЙ ОСТРОВНОЙ ДУГИ

На Командорских островах выделены и изучены три разновозрастные магматические формации, отвечающие последовательным этапам эволюции всей Алеутской островной дуги: I) базальт-плагиориолитовая (P_3); 2) базальт-трахидолеритовая (N_1^{1-2}) и 3) диорит-гранитоидная ($N_1^3 - N_2^1$).Породы четвертой, андезитовой ($N_2^3 - Q$)формации, широко распространенные в центральном и восточном сегментах дуги, в пределах западного сегмента (Командорских островов) отсутствуют. Период заложения глубоководного желоба и возникновения Алеутского подводного хребта отмечен образованием бимодальной базальт-плагиориолитовой формации (35-28 млн.лет). По содержанию петрогенных элементов и K/Rb базальты этой формации близки к низкотитанистым базальтам ранних этапов развития энсиматических островных дуг Мирового океана.

Следующий этап развития Алеутской островной дуги характеризуется появлением субщелочной базальт-трахидолеритовой формации(27-2I млн.лет), развитой главным образом в пределах западного сегмента дуги (Командорские острова). В период инверсии геотектонического режима формируются породы широко развитой на всех островах диорит-гранитоидной формации (I2-8 млн.лет). Анализ данных по соотношению изотопов Sr и Nb в магматических породах Алеутской островной дуги позволяет сделать следующие выводы: I) все магматические породы образовались из расплавов, имеющих мантийное происхождение; 2) источник магм на всем протяжении дуги и в течение всей истории ее геологического развития (свыше 40 млн.лет) оставался изотопно гомогенным; 3) контаминация магматических расплавов коровым материалом играла заметную роль лишь на ранних этапах развития дуги, на позднем и заключительном этапах этот процесс был резко редуцирован; 4) осадочный материал практически не участвовал в процессе магмообразования; 5) причиной заметных вариаций отношения $^{87}Sr/^{86}Sr$ в породах одного петрографического типа является процесс пропилитизации с участием морской воды. Различия в магматической эволюции западного, центрального и восточного сегментов дуги определяются латеральными изменениями состава и мощности земной коры - фундамента островной дуги,- связанными с ее переходом от океанического типа строения к континентальному и разноглубинностью генерации исходных магматических расплавов.

BOWDEN P, KINNAIRD JUDITH A., Department of Geology, University of St. Andrews, Fife, Scotland, U.K.

PETROLOGICAL AND GEOCHEMICAL CRITERIA FOR THE IDENTIFICATION OF (POTENTIAL) ORE BEARING NIGERIAN GRANITOIDS

The Nigerian anorogenic granites which developed at high levels in the Pan African continental crust, mainly as roots of volcanoes, are potential hosts for metasomatic reactions by residual fluids. Those granites emplaced as ring dykes in polygonal or circular fractures with steep sided contacts display limited but often locally important subsolidus assemblages. These new mineralogical associations define the escape routes of rising fluids, zones of weakness which aid pressure release, brecciation and ore dumping, when periods of retention and interaction of fluid cannot be maintained. The associated mineralization with ring dyke marginal reactions consist dominantly of sulphide assemblages with chalcopyrite, sphalerite, galena, pyrite, pyrrhotite, arsenopyrite and molybdenite. As quartz dominated over fluorite in the sulphide assemblages, pervasive greisenization associated with cassiterite developed with disseminated sphalerite, chalcopyrite and galena. These sulphide associations are found more abundantly in roof zones adjacent to the volcanic cover, or Precambrian basement. It is in granite cupolas that fluids can be retained and where metasomatic reactions are more intense, modifying host granite, related volcanic rocks and country rock compositions. According to published experimental work, both metaluminous and peralkaline granites exsolve a peralkaline fluid phase from a residual silicate melt at depth. The early alkaline stage in the Nigerian Younger Granite province is represented by sodic metasomatism of perthite, growth of ordered albite, and other critical mineralogical and chemical changes. The dominant ore associated with the widespread albitization can be divided in two types of dispersed mineralization: the columbitetype found in biotite apogranites; and the pyrochlore-type found in peralkaline apogranites. The alkaline stage is followed by loss of Na, growth of intermediate microcline, and can be termed microclinization or generally potash metasomatism. The microclinization stage is more restricted in its development but does have important ore associations. Finally with changing conditions in the fluid (Burt 1981) greisenization becomes more widely pervasive, or is confined to pockets or fissures and fracture in the roof zones of biotite granite. Greisenization can be found superimposed on various mineral assemblages. The mineralogical expression and the extent of greisen development depends on the intensity of albitization and microclinization and the timing of fracturing and fissuring in the roof zone. Important oxide and sulphide ore asso-

ciations formed at this period. Fluid reactions can be monitored and interpreted by the nature of the new subsolidus assemblages. The new silicate, oxide and sulphide minerals developed in response to rock-fluid interaction provide the criteria for assessing the ore-bearing potential of the Nigerian alkaline granitoids.

DE BRUIYN H., GERINGER G.J., BOTHA B.J.V., University of the Orange Free State, Bloemfontein, Republic of South Africa

MAFIC INCLUSIONS IN LATE PROTEROZOIC GRANITES ALONG THE EASTERN MARGIN OF THE NAMAQUA MOBILE BETT, SOUTH AFRICA

Mafic inclusions of tonalitic to granodioritic composition are present in the Straussburg and Colston granites of the Keimoes Suite. These granites form part of a north-west trending Proterozoic magmatic arc along the eastern margin of the Namaqua mobile belt, South-Africa. Two sets of rounded mafic inclusions could be recognised in the Straussburg granite, one porphyritic and the other non-porphyritic, while the inclusions in the Colston granite are mineralogically homogeneous.

The porphyritic inclusions in the Strausburg granite consist of large, rounded megacrysts of blue opaline quartz and partly resorbed plagioclase (An 42-44) and K-feldspar, with biotite, hornblende and partly resorbed relicts of ortho and clinopyroxene incorporated in hornblende. The non-porphyritic types contain large megacrysts of plagioclase (An 54-56) but without megacrystic quartz. Biotite and hornblende, which are the mafic constituents, show strong preferred mineral orientation, while no relict pyroxene is present in these inclusions.

The inclusions in the Colston granite are very similar to the non-porphyritic inclusions in the Straussburg granite, except that biotite is the only mafic mineral present.Chemically the inclusions and the granites reveal strong genetic relationships.

Field evidence as well as mineralogical and chemical reltionships indicate that the inclusions in the Colston granite, as well as the non-porphyritic inclusions in the Straussburg granite represent early formed crystallisation products of granitic magma under slightly water undersaturated conditions at high tempreture and total pressure.

It is concluded that the porphyritic inclusions in the Straussburg granite formed by chilling of a granodioritic charnockitic magma in colder Straussburg granitic magma. This gives rise to globules of immiscible liquid segregations within the Straussburg granite.

BURT D.M., Department of Geology, Arizona State University, Tempe, Arizona, USA

RELATION OF LITHOPHILE ELEMENT MINERALIZATION TO ACID MAGMATISM, WESTERN USA

In the western United States, deposits of the lithophile metals Li, Be, W, Mo, Sn, Ta, Nb, and U range in level of emplacement from Precambrian rare metal pegmatites, through greisenized W-Be Veins, to Tertiary subvolcanic or porphyry Mo-W deposits (Climax-type), and finally to volcanic - surficial deposits such as the tuff-hosted Be deposits at Spor Monntain, Utah. Deposits of these four major depth facies appear to be related to essentially the same fluorine-rich granitic magma type, whose fractionation and devolatilization was directly or indirectly responsible for the mineralization. The crustal level at which the devolatilization occurred was mainly a function of the H_2O-content of the magma, with more H_2O-rich magmas being emplaced at greater depths. Volatile saturation in parent granitic magma bodies is a useful criterion for prospecting; it is normally indicated by striking textural variations in rocks emplaced at all levels. The presence or absence of reactive carbonate country rocks is another useful criterion in prospecting.

CAMBEL BOHUSLAV, Geological Institute of the Slovak Academy of Sciences, Bratislava, Czechoslovakia

GRANITOIDS OF THE WEST CARPATHIANS /C S S R/

A survey of information gained lately when studying the granitoids from the region of the West Carpathians /C S S R / is given in the presented paper. This problem has been studied by a team of workers in the Geological Institute of the Slovak Academy of Sciences in Bratislava. The conclusions were made on the basis of complex evaluation of ca. 140 selected granite samples from the region of core mountains /tatrides/, veporides and the Spišsko-gemerské rudohorie Mts.

Geochemical characteristics of granitoids distinguished according to the IUGS petrographic classification /1973/ and according to Streckeisen´s and Le Maitre´s petrochemical classification using mesonormative calculations have been compared in the course of studies. Both classifications showed a relatively good concord and it came out that mesonormative classification proves a better correspondence with comparative investigations. Classification procedures

proposed by Chappell and White were applied too. A special attention was paid to research of granitoids from the point of view of contents of U and Th, alkalies Li, Na, K, Rb, Cs, rare earths elements and other elements. Genetic conclusions were deduced from the investigations. Special complex investigations of micas, feldspars and accessories were made. Granitoid rocks of the West Carpathians were dated by means of various methods. These investigations proved the Variscan age of granitoids. The given results enabled to make conclusions on genesis of source material, from which the West Carpathian Tatraveporide granitoids were formed. Relatively low initial ratio of isotopes /$^{87}Sr/^{86}Sr$/, as well as geochemical characteristics determined by low alkali contents, mainly of K, Rb, Cs indicate that granitoids were formed by anatexis from the crust sediments containing mantle material /tholeiitic volcanites/. Thermodynamic conditions of the formation of granitic melt, processes of its solidification and partial differentiation were cleared up on the basis of simultaneously determined methods.

CARON J.P.-H., KAMPUNZU A.B., KANIKA M., Laboratoire de Pétrologie (Géologie), Univ. de Lubumbashi, Lubumbashi, Zaire; DEMANT A., LUBALA R.T., PIGUET P., Laboratoire de Pétrologie, Univ. d'Aix-Marseille III, Marceille, France

LES THOLEIITES CONTINENTALES

Les trapps tholéiitiques sont les manifestations volcaniques les plus abondantes en zones distensives continentales et sont actuellement interprétés comme des marqueurs des stades pré-rifts continentaux à devenir océanique potentiel. Les données bibliographiques sur divers plateaux basaltiques (Karroo, Columbia-River, Parana...), sur les dolérites qui bordent les marges de l'Atlantique ainsi que nos résultats sur les tholéiites du rift Africain et du Mexique montrent que ces émissions fissurales sont caractérisées par une grande homogénéité pétrographique et minéralogique. Les laves doléritiques à microlitiques porphyriques contiennent : plagioclase + augite + pigeonite + oxydes de Fe-Ti $\pm$ augite subcalcique $\pm$ ferro-augite $\pm$ olivine ferrifére (jusqu'à Fo $\simeq$ 30) ou plagioclase + olivine magnésienne (jusqu'à Fo $\simeq$ 80) + augite + oxydes de Fe-Ti. Les données chimiques (éléments majeurs) confirment cette homogénéité en établissant qu'il s'agit généralement de tholéiites à quartz ou à olivine + hypersthéne normatifs. Les termes plus basiques (picrites tholéiitiques) et plus acides (icelandites et granophyres) sont rares. Les rapports $Mg/Mg + Fe^{2+}$ ainsi que les teneurs en Ni et Cr indiquent

comme dans le cas des MORB, que les magmas primogéniques sont peu représentés dans les tholéiites continentales. La différence entre les laves tholéiitiques des zones distensives océaniques et continentales tient à une plus grande dispersion des teneurs en éléments incompatibles (K, Rb, Sr, Ba, U, Th) et en terres rares légères notées en domaine continental. Cette dispersion est vraisemblablement à mettre en relation avec un phénomène de contamination crustable souvent démontré à l'aide de la géochimie isotopique (rapports $^{87}Sr/^{86}Sr$, $^{143}Nd/^{144}Nd$...).

CATHELINEAU M., Centre de Recherches sur la Geologie de l'Uranium, Vandoeuvre, France and IIE - Cuernavaca, NIEVA D., Instituto de Investigaciones Eléctricas, Cuernavaca, GARFIAS A., Comisión Federal de Electricidad, México, México

ACTIVE METAMORPHISM IN THE LOS AZUFRES GEOTHERMAL SYSTEM (MICHOACAN, MEXICO). MINERALOGY, GEOCHEMISTRY AND MINERAL EQUILIBRIA.

Studies of the mineralogy, crystal chemistry, fluid chemistry analysis, and geochemistry of mass transfer, have been performed at the Los Azufres geothermal field (México). Zeolite, Green-schist, and Amphibolite facies are produced by reactions between geothermal fluids, with temperatures up to 320°C, and a volcanic series (andesites). The following sequence of mineral assemblages which correlates with increasing temperature, is observed:

- Amorphous silica - native sulphur - salts - smectites
- Smectites - mixed layered illite - smectite - quartz - zeolites
- Calcite - chlorite - albite - titanite - pyrite
- Quartz - calcite - wairakite - chlorite - anhydrite
- Chlorite - epidote - quartz - hematite - anatase
- Epidote - gedrite - chlorite
- Quartz - microcline - phrenite - epidote - anorthite
- Biotite - diopside

The possible heterogeneous reactions of mass transfer have been established in order to define a reaction space, and to explain modal proportions of minerals.

Chemical potential differences of chosen components calculated from compositional variations, assuming equilibria among components, and using thermodynamic diagrams (activity versus temperature) have been obtained using a model of poly- solid solutions (each mineral described by a set of components, such as chlorite (4), epidote (2), etc.).

Results interpreted on the basis of the above mentioned model, explain the natural whole rock reactions between the geothermal fluid and andesites and provide numerous indications for geothermometric applications.

ЧАН КУОК ХАИ, НГУЕН БИЕУ, НГУЕН НГОК ЛЬЕН, Ин-т геологии и минерального сырья; НГУЕН СУАН БАО, ЧАН ТАТ ТХАНГ, ДИНЬ КОНГ ХУНГ, Геологосъемочная экспедиция, СРВ

МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ВО ВЬЕТНАМЕ

В докладе описываются метаморфические комплексы, отраженные на карте метаморфизма в масштабе I:I 500 000. Метаморфические образования разделяются на комплексы, относящиеся к фациям и субфациям различных серий (низких, средних и переходных давлений). В случае без индекс-минералов были использованы группы фаций и субфаций для разделения. Докембрийские образования отличаются своей незональностью. Докарельские комплексы относятся к фации гранулитов, переходных давлений, карельские комплексы - к фации амфиболитов средних давлений, а байкальские комплексы - к низкотемпературной зеленосланцевой группе субфаций. Палеозойские комплексы разделены на серии средних и низких давлений. Позднекаледонские синкинематические комплексы или относятся к серии средних давлений или не расчленены по давлению, а герцинские посткинематические комплексы принадлежат серии низких давлений. Подчеркнута важная роль палеозойского зонального метаморфизма, наложенного на докембрийские образования. Кроме того, впервые выделены регионально-метаморфические комплексы индосинийского и альпийского возраста.

ЧАН КУОК ХУНГ, ХОАНГ ТХАНЬ, ЧАН ЧОНГ ХОА, Ин-т наук о Земле, НЦНИ, СРВ

ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИНТРУЗИВНЫХ АССОЦИАЦИЙ ГЛАВНОГО ОФИОЛИТОВОГО ПОЯСА В ИНДОКИТАЕ

В настоящее время офиолиты являются одними из наиболее важных и увлекательных объектов изучения геологической науки. Недавно на территории Вьетнама был установлен самый большой по протяженности офиолитовый пояс в Индокитае, распространенный вдоль шовной зоны глубинных разломов Сонг Ма северо-западного направления, разделяющей складчатые системы Таи Бак и Чыонгшон, с более или менее полным разрезом ассоциации пород (Hutchison, I975; Нгуен Льен, I980; Изох, Довжиков, I98I; Лэ Зуй Бать и др., I982). Результаты наших исследований некоторых магматических комплексов данного офиолитового пояса показывают, что первая самая нижняя ассоциация состоит из дунитов, гарцбургитов; вторая - габбро-амфиболитов, полосчатых габбро; а третья - габбро-диабазов, диабазов, плагиогранитов и гранофиров. Дуниты и гарцбургиты характеризуются сильной серпентинизацией, высоким содержанием магния и хрома с соотношением 8,9-I2 , низким содержанием алюминия, щелочей и кальция. Видимо, они представлены гипербазитами аль-

пийского типа, возникающими из верхней мантии. Габбро-амфиболиты и полосчатые габбро характеризуются высоким содержанием магния и алюминия и низким содержанием щелочи. Габбро-диабазы, плагиограниты отмечены высоким содержанием алюминия, низким содержанием щелочи, причем натрий всегда преобладает над калием. Изучая соотношения различных окислов в названных породах и сопоставляя их с известными другими аналогичными ассоциациями офиолитовых образований (Книппер А.Л., 1969; Марков М.С., Некрасов Г.Е., 1977), мы пришли к выводу о том, что породы двух последних комплексов представлены комагматичными образованиями, связанными с магматическими очагами, возникающими в пределах глубинной коры в нижнем палеозое.

ЧАН КУОК ХУНГ, ЧАН ЧОНГ ХОА, ХОАНГ ТХАНЬ, ВУ ВАН ВАН, Ин-т наук о Земле, НЦНИ, СРВ

ПЕТРОЛОГИЯ И РУДОНОСНОСТЬ ФАНЕРОЗОЙСКИХ МАГМАТИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ В СКЛАДЧАТОЙ СИСТЕМЕ СЕВЕРО-ЗАПАДА ВЬЕТНАМА

По минералого-петрохимическим особенностям и геолого-структурному положению в изучаемом районе выделены следующие формации: I - Дунит-гарцбургитовая Pz_I; 2 - Габбро-амфиболит-плагиогранитовая Pz_I; 3 - Тоналит-гранодиорит-гранитовая $Pz_{I-(2(?)}$; 4 - Вулкано-плутоническая плагиогранит-гранитовая T_{2a}; 5 - Габбро-перидотитовая P_2-T_I; 6 - Габбро-сиенитовая К. Интрузивы 4 первых формаций приурочены главным образом к антиклинорию Сонг Ма, протягивающемуся в северо-западном направлении. Дунит-гарцбургитовая формация представлена ультраосновными породами. Их породы составлены главным образом оливином (Fa_{8-I2}), сильно серпентинизированы и характеризуются повышенной магнезиальностью с хромитовым рудопроявлением. Габбро-амфиболит-плагиогранитовая формация представлена контрастной ассоциацией пород парагенетически связана с эффузивными породами аналогичного состава. Породы характеризуются повышенным содержанием магния, алюминия и пониженной щелочностью. Тоналит-гранодиорит-гранитовая формация представлена гомодромной ассоциацией габбро-диоритов, кварцевых диоритов, гранодиоритов, роговообманково-биотитовых гранитов. Размещение этих интрузивов контролируется разломами, обрамляющими складчатые сооружения. Они характеризуются повышенной общей щелочностью, средним содержанием кремния, кальция, железа и полиметаллическим оруденением. Вулкано-плутоническая формация развивается на фоне складчатых дислокаций и представлена плагиогранитами, гранитами. Они характеризуются повышенным содержанием кремнезема, глинозема и щелочей. В прилегающем фемическом прогибе Сонг Да представлены следующие формации: габбро-перидотитовая, габбро-сиенитовая.

CHTTERJEE A.C., TIWARI R.N. School of Studies in Geology, Vikram University, Ujjain, India

PETROGENIC EVOLUTION OF QUARTZ-FELDSPAR INTERGROWTH IN THE PRE-CAMBRIAN DOLERITE INTRUSIONS AROUND GWA LIOR, MADHYA PRADESH, INDIA

At least five different types of graphic intergrowth involving quartz and feldspar are recorded in the Pre-Cambrian basic intrusives around Gwalior (26° - 26°15' and 78° - 78°15') in Central India. These are: Type 1 - Numerous strings of quartz grains grown alternately in parallel arrangement with optically continuous feldspars. Type 2 - Boarder of otherwise idiomorphic plagioclase phenocryst encroached by mesostasis and micropegmatite. Type 3 - Circular in pattern of distribution. Centre is consisting of mesostasis and their the quartz-blebs are smaller in size in comparison to margin. Type 4 - No sharp contact, no definite shape, irregular in distribution resembling concloidal fracture. Type 5 - Squarish quartz grains showing gradual increase in size. The K-feldspar often rims around twinned and untwinned plagioclase and the graphic intergrowth is normally developed only in this part. The composition of the plagioclase of the intergrowth is more sodic (oligoclase) than the normal plagioclase (labradorite). The size of the graphic intergrowth decreases towards the margin. On number of occasions the plagioclase and pyroxene phenocrysts exhibit very sharp contact with enclosing micropegmatite. Systematic modal analyses across dykes show a fall in the proportion of the intergrowth towards the boarder region. Finally, the Gwalior dolerites are quartz normative and contain slight higher K content than rocks of comparable composition. Shallow level emplacement - resulting in moderate rapid cooling is responsible for development of intergrowth. The initial K concentration might lead to precipitation of K feldspar in the ultimate fractionation product. This was aided by sinking of pyroxenes through a vertical distance which resulted enrichment of alkalies, silica and iron oxides in the upper part of the body.

CHATTOPADHYAY P.B., Geol. Survey India, Calcutta, India

PETROLOGY, GEOCHEMISTRY AND TECTONIC EVOLUTION OF INDIAN KIMBERLITES

The major kimberlite plugs of India are located at Majhgawan and Hinota in Madhya Pradesh; Wajrakarur and Lattavaram in Andhra Pradesh; and Jungel in Uttar Pradesh; only the plugs of Majhgawan and Wajrakarur are diamond producing. The Madhya Pradesh plugs are emplaced within Kaimur Sandstone of Upper Vindhayan age, and the

kimberlite is brecciated and basaltic. Microscopically, phenocrysts of olivine, pyroxene, magnetite, ilmenite, hematite, phlogopite, calcite, pyrope, spinel, zircon, perovskite in decreasing order of abundance constitute the kimberlite. The Andhra Pradesh plugs are emplaced within granite and granite-greiss of Precambrian age and are composed of olivine, pyroxene, ilmenite, magnetite, phlogopite, garnet, calcite and spinel in a serpentinised and chloritic groundmass. Xenoliths of harzburgite, eclogite (?) and country rock characterise the kimberlite, classified as of basaltic type. The Uttar Pradesh kimberlite plug is emplaced within Jungel Volcanics (Precambrian) and is characterised by olivine, pyroxene, magnetite, ilmenite, chromite, zircon, phlogopite, spinel and perovskite in a highly serpentinised groundmass. Major oxides and trace elemental data in the kimberlitic rocks of these areas are presented and discussed. The plots fall within the kimberlite field showing tendencies of variation. The tectonic evolution of these kimberlites is discussed.

CHERNOV V.G., FENOGENOV A.N., Moscow State University, Faculty of Geology, Moscow, USSR

ABOUT THE INTRUSIVE NATURE OF ALPINOTYPED ULTRAMAFITES IN FOLDED REGIONS

In a great stream of publications on ophiolites and ultramafites during some tens of years the idea of the ultramaphite inculcation into the upper layers of the Earth crust in cold condition with a succeeding the so called protrusions has been dominating. As a foundation for it served the opinion that there are no exactly proved temperature alterations at the places of contacts of ultramafites with the including rocks, which can be interpreted as the influence of the ultramafite magma. Taking into consideration a great importance of establishing the nature of ultramafites and the way of their penetration into the viscous layers of the Earth crust for petrology and geotectonics; the contact zones of ultramafites massifs in Afghanistan was studied by the authors and generalized some literature material on other countries of the world. In Afghanistan alpinotyped Logar massif, about 1500 km^2, has in some places well seen welded on contacts with rocks of fillites - carbonatic series of paleozoic age. The massif consists of dunites, peridotites and pyroxenites and gabbro in sharply subordinate amount. Being in contact with ultramafite, fillites are turned into pyroxenic horn stones

which quickly change into biotite ones. Serpentinites are massive in the contact, but 12 metres from the contact there either quite unchanged dunites and peridotites, or they are serpentinized in various levels. Well proved high temperature alterations near alpinotyped ultramafites are described in Europe, Asia, Australia, South and North America. Alpinotyped ultramafites penetrated into the sedimental, sedimental-volcanogenious and metamorphical rock series, and their fusion temperature evaluated according to exocontact alterations as 1300-1500°C. The gained material convincingly shows that the hypothesis of "cold" protrusion of ultramafites as mantle substance into the upper layer of the Earth crust is inconsistent.

ЧЕРНОВ В.Г., ФЕНОГЕНОВ А.Н., Московский государственный университет, геолфак, г.Москва, СССР

ОБ ИНТРУЗИВНОЙ ПРИРОДЕ АЛЬПИНОТИПНЫХ УЛЬТРАМАФИТОВ В СКЛАДЧАТЫХ ОБЛАСТЯХ

В колоссальном потоке публикаций по офиолитам и ультрамафитам в последние десятилетия господствующее положение заняли представления о внедрении ультрамафитов в верхние слои земной коры в холодном состоянии с образованием так называемых протрузий. Основанием для таких представлений послужило мнение, что на контактах ультрамафитов с вмещающими породами отсутствуют достоверно доказанные высокотемпературные изменения, которые можно было бы объяснить воздействием ультрамафитовой магмы. Учитывая большое значение для петрологии и геотектоники установления природы ультрамафитов и способа их проникновения в вязкие слои земной коры, авторы изучили контактовые зоны ультрамафитовых массивов в Афганистане и обобщили литературный материал по другим странам мира. В Афганистане альпинотипный Логарский массив ультрамафитов площадью около 1500 км^2 имеет в нескольких местах хорошо прослеживаемые приваренные контакты с породами филлито-карбонатной толщи палеозойского возраста. Массив слагается дунитами, перидотитами и в резко подчиненном количестве - пироксенитами и габбро. В контакте с ультрамафитами филлиты превращены в пироксеновые роговики, быстро сменяющиеся биотитовыми, а в 1,5-2 м от контакта уже нет видимых изменений филлитов. Серпентиниты в контакте массивны, а в 12 м от контакта либо совсем неизмененные дуниты и перидотиты, либо в разной степени серпентинизированные. Хорошо аргументированные высокотемпературные изменения около альпинотипных ультрамафитов описаны для Европы, Азии, Австралии, Южной и Северной Америки. Альпинотипные ультрамафиты внедрялись в толщи осадочных, осадочно-вулканогенных и метаморфических пород, а температура их расплавов оценивается по экзоконтактовым изменениям в 1300-1500°С. Полученный материал убедительно показывает, что гипотеза "холодного" внедрения

ультрамафитов как мантийного вещества в верхние слои земной коры несостоятельна.

CHERNYSHEV I.V., KONONOVA V.A., Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR; KRAMM U., GRAUERT B., Institute of Mineralogy of the University of Westphalia, Münster, FRG

U-Pb SYSTEMATIC OF ZIRCONS AND THE AGE RATIO OF MIASKITES AND CARBONATITES OF THE ILMENOGORSKYI MASSIF (THE URAL)

The study of the U-Pb zircon systems of the Ilmenogorskyi massifs alkaline rocks in the Urals had been stimulated by a number of urgent problems, such as the time of the alkaline rocks formation, the origin and the source of matter. The isotopic studies were made employing the low-blank analysis technique. The U-contents from 8 miaskite zircon samples varies from 432 to III ppm; the same for the carbonatite zircons (5 samples) is from 95 to 35 ppm. The U-Pb age varies from 400 to 280 m.y., exhibiting a characteristic ratio $t(206/238) < t(207/235) < t(207/206)$, which is interpreted as the result of radiogenic lead loss. A tendency has been observed for an inverse relationship between the degree of discordance of the U-Pb dates and U-content in sample, impeding the acceptance of a routine model of the radiation damage of zircon lattice. A different model has been considered: the model of the radiogenic lead mobilization from the chemically ready-soluble Th-U mineral inclusions. Their presence in the zircons under examination has been identified from the electronic microscopy, microprobe and experimental data on the differential dissolution of zircon and is correlated with the shape and colouring of the zircon grains. The single-act character of the lead loss is proved by a high degree of linear correlation of the sampling points on Weserill's diagram. The age of zircon crystallization calculated amounts to 420 ± 7 m.y. for miaskites and to 432 ± 9 m.y. for carbonatites. The discontinuity of the U-Pb systems is dated back to 260 ± 14 and 261 ± 6 m.y. ago. Conclusions: I) The U-Pb zircon systems as well as the Rb-Sr data identify the Caledonian (prefold) age of the Urals alkaline rocks (about 430 m.y.) and date the metamorphism to 260 m.y. ago (the Variscan age); 2) The crystallization and the metamorphism of miaskites and carbonatites are synchronous within the time interval of 5-10 m.y., which is consistent with the error of the method; 3) The U-Pb zircon systems comply with a simple 2-stage model: crystallization - metamorphism and are not traceable to the matter of the ancient crust, which is assumed to signify an abyssal origin of the Urals alkaline rocks.

ЧЕРНЫШЕВ И.В., КОНОНОВА В.А., Ин-т геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Академии наук СССР, г.Москва, СССР; КРАММ У., ГРАУЕРТ Б., Ин-т минералогии Вестфальского университета, г. Мюнстер, ФРГ

U-Pb СИСТЕМАТИКА ЦИРКОНОВ И СООТНОШЕНИЕ ВОЗРАСТА МИАСКИТОВ И КАРБОНАТИТОВ В ИЛЬМЕНОГОРСКОМ МАССИВЕ ЩЕЛОЧНЫХ ПОРОД (УРАЛ)

Изучение U-Pb изотопной систематики циркона щелочных пород Ильменогорского массива Урала стимулировалось рядом актуальных проблем таких, как время образования щелочных пород, происхождение и источник вещества. Изотопное изучение проводилось с помощью техники низкофонового анализа. Содержание U в 8 пробах циркона миаскитов колеблется от 432 до III мкг/г; в цирконах карбонатитов (5 проб) - от 95 до 35 мкг/г. Значения U-Pb возраста варьируют от 400 до 280 млн. лет, показывая характерное соотношение T (206/238) < T (207/235) < <T(207/206), которое интерпретируется как результат потери радиогенного свинца. Наблюдается тенденция обратной зависимости между степенью дискордантности U-Pb дат и концентраций U в пробе, что не позволяет принять обычную модель радиационных нарушений решетки циркона.

Рассматривается другая модель - мобилизация радиогенного свинца из легко химически растворимых микровключений Th-U минералов. Присутствие их в изучавшихся цирконах установлено данными электронно-микроскопических и микрозондовых наблюдений и экспериментов по дифференциальному растворению циркона и коррелируется с формой и окраской зерен циркона. Одноактный характер потери свинца доказывается высокой степенью линейной корреляции экспериментальных точек на диаграмме Везерилла. Вычисленный по конкордии возраст процесса кристаллизации циркона составляет 420±7 млн. лет для миаскитов и 432±9 млн. лет для карбонатитов. Процесс нарушения замкнутости U-Pb систем датируется 260±I4 и 26I±6 млн. лет. Выводы: I) U-Pb система цирконов вместе с Rb-Sr данными определяет каледонский (доскладчатый) возраст щелочных пород Урала (около 430 млн. лет) и проявление метаморфизма 260 млн. лет назад (в варисскую эпоху); 2) процессы кристаллизации и метаморфизма миаскитов и карбонатитов были синхронными в пределах интервала времени 5-I0 млн. лет, отвечающего ошибке метода; 3) U-Pb системы цирконов отвечают простой двухэтапной модели кристаллизация - метаморфизм и не несут следов вещества древней коры, что рассматривается как признак глубинного происхождения щелочных пород Урала.

COLEMAN Robert G., Geology Dept., Stanford University, California, U S A

THE TIHAMA ASIR IGNEOUS COMPLEX, A PASSIVE MARGIN OPHIOLITE

New igneous crust has formed in a narrow hinge zone on the eastern side of the Red Sea near Jizan, Saudi Arabia. Extension of continental rocks on the Red Sea passive margin in Late Oligocene and early Miocene gave rise to bi-modal volcanism and the formation of intracontinental lacustrine basins. The mafic igneous rocks represent partial melting in the mantle and the leucocratic igneous rocks form by partial melting of the extended continental crust. Continued extension by lystric faulting permitted mantle magmas to invade the thinned continental crust. The Tihama Asir igneous complex within the exposed hinge zone consists of multiple intrusions of dikes and layered gabbros whose parent magma was tholeiitic and is similar to magmas developed at mid-ocean ridges (MORB). Fractionation of the magma occurs when the magma is trapped within the extended continental crust and forms hypabyssal magma chambers similar to those found in East Greenland. Partial melting of the continental crust by the invading MORB magmas gives rise to the silicic peralkaline magmas that are characteristic of extended continental crust. The similarity between the Tihama Asir complex and East Greenland igneous complexes provides new insights on the importance of mantle igneous processes in the transition of a passive continental margin to oceanic crust.

CONSTANTINESCU RADU, Enterprise for Drillings and Special Geological Works, Bucharest, Romania

SOME NEW DATA ON METASOMATIC GROWTH OF FELDSPARS IN MAGMATIC SOLID MEDIA

The author has already shown (1981) that the chemically adequate still hot magmatic solid media are particularly able for the formation of idiomorphic felspars by phenoblastesis or rhythmic metasomatose. The fact was demonstrated for a Pliocene andesite stock from the West Carpathians, but the phenomenon is widespread in volcanics and intrusions: - in some Pannonian andesites from the Eash Carpathians the plagioclasic environment allowed the transformation of the matrix within comparatively bigger individuals, not phenocrystals but phenoblasts; - in basaltic submarine lavas from the East Carpathians (Pannonian) and North Dobrogea (Lower Triassic) there is a metasomatic transformation of small carbonatic xenoliths in oligoclase-andesine megacrystals, a situation previously confounded with a carbonatation of the phenocrystals; - as part of a "granodioritisation" process of the gabbrodioritic (Carboniferous?) rocks from North-West Dobroges, the small criss-cross dolerite plagioclase crystals overgrow to zoned idiomorphic bigger, more acid ones; - in the ignimbrite-like rhyolites from North Dobrogea the alkaline felspar phenoclasts are surrounded by soda-potash shells, evidently formed in the period of the rock welding. The arguments for such interpretations are both of physiographic nature and chemical, mineralogical and structural data.

COUTINHO J.M.V. and RODRIGUES E.P., Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. - IPT, São Paulo, Brasil

PETROLOGY OF THE ANITAPOLIS ALKALINE-CARBONATITE COMPLEX

The Anitapolis Complex is exposed in a morphological basin of roughly circular shape, covering about 6 km^2 in Southern Brazil.
K-Ar age determinations made in tinguaite, fenite and melteigite indicate that the intrusion-into precambrian granitic basement-occurred between 105 and 131 Ma ago.
Four roughly concentric zones of alkaline rocks were mapped, in the following order, from border to the center; 1) alkali syenite; 2) nepheline syenite; 3) ijolite; 4) ultramafite (mainly biotite piroxenite). All the lithologies are cut by irregular veins-millimiters to several meters thick-of sovitic carbonatite. Some tinguaite dykes have been found in the granitic aureole. Apatite mineralization is concentrated in the mafic to ultramafic portions of the body.
Fenites, implanted in the contact granites, aegirinic and afvedsonitic rims around augitic pyroxenes, together with a generalized development of replacement structures, attest to an intensive metasomatic activity in the complex.
Mineralogical, petrographic and chemical data are presented for the range of rock types. They suggest a petrogenetic evolution, starting with the intrusion of ultramafic rocks, metasomatism and rheomorphic mobilization of alkaline magma and ending with carbonatitic venulation.

CRANE NEIL ROGER AND TAYLOR WILLIAM EDWARD GORDON, Luton College of Higher Education, Luton, Bedfordshite, UK

THE SLIEVE GAMPH IGNEOUS COMPLEX: A STUDY OF A TECTONIZED CALEDONIDE GRANITIC PLUTON

The Slieve Gamph Igneous Complex (S.G.I.C.) is a composite intrusion consisting of major granodioritic and granitic bodies with associated a minor appinitic, aplitic and pegmatitic suite of rocks. The S.G.I.C. occupies a central position in the south western Ox Mountains which crop out as a narrow sinuous band in Western Ireland. Radiometric ages indicate that the complex was emplaced in its present position during the Lower Ordovician Period. This communication will present evidence to indicate that the S.G.I.C. has been emplaced after a comprehensive tectono-thermal events and before the Caledonian orogeny (s.s.). A detailed sequence of micro-textural dislocations and development can be correlated with this latter orogeny.

This sequence can be shown to be partly syn-intrusion in age and partly post-intrusion. It can be demonstrated that the present major, minor and R.E. elemental geochemistry of the rocks result from the effects of specific structural and textural modifications to the original (syn-intrusion) geochemistry. A detailed model of the textural, structural and geochemical development of the S.G.I.C. is presented and related to other Caledonide granitic plutons.

CRISTOFOLINI R., SCRIBANO V., and TRANCHINA A., Istituto di Scienze della Terra, Catania, Italy

ORIGIN AND EVOLUTION OF ETNEAN MAGMAS: DATA ON ANCIENT LAVAS FROM THE NORTH-EASTERN FLANKS OF THE VOLCANO

The petrology of volcanics from Mt. Etna shows that products of an alkalic suite, erupted from many distinct volcanic centres, are widespread in the eruptive sequence, subalkaline lavas being found only in the first stages of the Etnean activity.

The alkalic suite rocks display a major and trace element chemistry fairly distinct from that of most of the typical intraoceanic alkalic provinces, and belong to a spectrum of diverse differentiation trends, developed under the control of different sets of physico-chemical conditions, from (alkali basalts) - hawaiites to:

a) phonolite tephrites
b) mugearites - trachytes (constant Ti)
c) mugearites (decreasing Ti)
d) mugearites - benmoreites (Qz-normative)

Their overall chemical features are somewhat intermediate between those of the SE Sicily alkali basalts and of the Aeolian Islands calc-alkali andesites.

Lavas of the Etnean alkalic suite, belonging to various ancient volcanic centres, crop out along the lower NE flanks of the volcano, and are representative of a rather wide range of Etnean petrographic varieties, generally with glomerophyric textures and large diversities in their Index of Porphyricity and their ratio between mafic and plagioclase phenocrysts; in spite of their petrographic variability, these rocks have chemical compositions oscillating within rather narrow limits, around the boundary between hawaiites and mugearites. Further they do not show a continuous evolution with time.

Textural data and mineral and rock compositions indicate mixing of minerals crystallized under widely varying conditions into a hawaiite l.s. magma as responsible of the chemical variation, and are consistent with the presence of systems of magma infilled fractures at different depths, acting as reservoirs where crystal fractionation processes could develop under a wide range of physico-chemical conditions.

DAHM K.-P., Zentralinstitut für Physik der Erde, Akad. Wiss. DDR, Potsdam; GERSTENBERGER H., GEISLER, M., Zentralinstitut für Isotopen- und Strahlenforschung, Akad. Wiss. DDR, Leipzig, DDR

ZUM PROBLEM DER GRANITGENESE IM ERZGEBIRGE (DDR)

Gegen die Anatexis-Hypothese gibt es insbesondere bei intrusiven Graniten eine Reihe von Bedenken aus geochemischer, thermodynamischer und petrologischer Sicht. Z.Zt. wird eine kontroverse Diskussion um die Möglichkeit der Bildung von granitoiden Magmen unter Mantelbedingungen geführt. Ausgehend von neueren Ergebnissen der Geochemie und Geochronologie, wonach der kontinentale Krustenbildungsproze mit hoher Wahrscheinlichkeit als ein in Raum und Zeit etappenweise voranschreitender echter Evolutionsproze zu verstehen ist, wurde durch DAHM (1982) die Hypothese aufgestellt, da es sich bei den gro en intermediären Magmenkörpern in den mobilen Krustenabschnitten um echte Mantelabrömmlinge ("Manteldiapire") handelt. Bei der Intrusion dieser Batholithe kann es einerseits in der Umgebung zu anatektischen Aufschmelzungen kommen. Andererseits entstehen bei der Erstarrung dieser granodioritisch-tonalitischen Körper Restschmelzen von granitischer Zusammensetzung, welche intrusiv werden. Letztere weisen eine erhöhte Lagerstättenpotenz auf (Spezialisierung). Dieses Modell wurde im Böhmischen Massiv geprüft. Spezifische geochemisch-geochronologische Untersuchungen an Graniten des Erzgebirges sowie z.T. den Magmatiten des Zentralböhmischen Plutons ergaben, da die Erzgebirgsgranite, vor allem die hochspezialisierten Granite des jüngeren Komplexes, sehr starke Mantelbeziehungen aufweisen. Im Sinne des neuen Modells sind die bisher untersuchten Erzgebirgsgranite (speziell die jüngeren Granite) als echte Restschmelzen der Erstarrung des zentralböhmischen Plutons deutbar.

DANG TRUNG THUAN, VU DINH THAC, Hanoi University, Hanoi, S.R., Vietnam

ON THE GEOCHEMICAL FEATURES OF THE MESO-CENOZOIC GRANITOIDS IN THE SOUTH - EASTERN PERIPHERY OF KONTUM CENTRAL MASSIF

In southern Vietnam the granitoids are wide-spread and distributed irregularily in the various structures. The granitoids in the investigated region consist mainly of Vancanh, Dinhquan, Ankroet and Deoca complex. The results of the geological and geochemical investigations, conducted last years, parmit to notice the following. Vancanh complex consists of subalkaline and alkaline granitoids

with rising common alkalinity (7-10%), the predominance of K over Na and rising Ta, Sn content. Magnetite, ilmenite, orthite, monazite, tourmaline and fluorite are wide-spread accessory minerals. Dinhquan complex is uninterrupted differentiated gabrodiorite - diorite - grano-diorite - granite with common alkalinity 3-7%, and equal contents of K and Na. Ankroet complex consists of granite with common alkalinity 5-9% and the predominance of K over Na. Both these complexes are characterized by abundance of zircon and volatile-bearing minerals. Deoca complex is multiphasic and consists of granodiorite, granosyenite and biotite granite. It is characterized by rising acidity and alkalinity, the predominance of K over Na, presence of sphene, magnetite, zircon an molybdenite and rising content of Sn, Mo, Pb and Zn. The treatment of the obtained data on EC permits to find out distinguished features of each complex and to estimate potential ore-bearing of the granitoids on Sn, Mo, Pb, Zn and Ta in the reactivated zone of the investigated region.

ДАО ДИНЬ ТХУК, Главное геологическое управление, СРВ

МАФИЧЕСКИЕ И УЛЬТРАМАФИЧЕСКИЕ МАГМАТИЧЕСКИЕ ФОРМАЦИИ ШОВНЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ЗОН ВЬЕТНАМА

В пределах Вьетнама мафические и ультрамафические магматические формации развиты вдоль шовных тектонических зон Шонг Ма, Там Ки - Хиеп Дык, Шонг Да. Геолого-петрографическими петро- и геохимическими данными доказано: I. Вулканиты формации натриевых метабазальтов раннего палеозойского возраста зоны Шонг Ма отличаются от толеитовых базальтов дна океана по содержанию породообразующих окислов, но сходны по корреляционным отношениями FeO-MgO, K_2O-TiO_2 и Al_2O_3-TiO_2. По содержанию малых элементов Zr, Y, Rb, Sr, Ba, а также их соотношению между собой можно заключить, что породы этой формации имеют большое сходство с базальтами океанического дна, чем с базальтами океанических островов, островных дуг, активных континентальных окраин, или занимают промежуточное положение между базальтами океанического дна и островных дуг. Ультрамафиты, ассоциирующие с натриевыми метабазальтами, отнесены к альпинотипной дунит-перидотитовой формации. На основе геологических и структурно-петрографических наблюдений устанавливается выжимание их в холодном состоянии (протрузия) в первой половине среднего палеозоя, что является результатом сближения и столкновения микроконтинентов Катазия и Индосиния. 2. Субщелочная оливино-базальтовая формация поздней перми палеорифтовой зоны Шонг Да сформировалась на континентальной коре. Ассоциирующие с ней ультрамафиты относятся к габбро-верлитовой формации. Они резко отлича-

ются от метабазальтов и ультрамафитов выше упомянутой зоны Шонг Ма. Следует отметить, что здесь высокое содержание Zr, Y, а содержание Rb и Rb/K значительно низко.

DAY R. ARTHUR and NICHOLLS IAN A., Department of Earth Sciences, Monash University, Clayton, Victoria, Australia.

MESOZOIC - LATE TERTIARY BASALTIC VOLCANISM IN SOUTHEASTERN AUSTRALIA - GEOCHEMICAL CONSTRAINTS ON THE NATURE AND EVOLUTION OF MANTLE MAGMA SOURCES

Major basaltic volcanism in southeastern Australia dates from approximately 200 Ma, and appears to have been related to tectonic events prior to and during the opening of the Tasman Sea and Southern Ocean, and the uplift of the eastern margin of the Australian continent. A number of models relate volcanic activity to hotspots. The earliest small-volume products include "kimberlitic" (often nephelinitic) diatremes. An example at Meredith, Victoria, carries a range of peridotite and pyroxenite inclusions whose mineralogy and geochemistry constrain the nature of the upper mantle at around 190 Ma.

Episodic volcanic activity of olivine nephelinite to quartz tholeiite type dates from approximately 95 Ma. Volcanism prior to 10 Ma is characterized by lava fields (provinces) 10-50 km across and of about 6 Ma duration, often localized on zones of pre-existing crustal weakness. Each lava field represents a suite of cogenetic magmas produced by a separate melting event in the upper mantle.

New geochemical and petrological data show that many basaltic lavas represent essentially unfractionated magma batches. Incompatible element ratios remain constant within each province but vary between provinces. Geochemical modelling of mantle melting incorporating major element, REE and incompatible element systematics, suggests similar garnet lherzolite sources for each cogenetic suite of magmas. Without exception variation in the highly incompatible elements La and Nb in lavas may be related to variations in percentage melting of each source. Behaviour of K, Rb and Cs in nephelinites and basanites may be modelled by incorporating residual phlogopite during melting.

Results indicate that three types of process operate before and during magma genesis in an intraplate setting: 1) enrichment by zone refining in the upper LVZ; 2) limited mixing of small volume melt batches prior to complete segregation from source regions; and 3) complete melt segregation. The available data place quantitative limits on each of these processes. Homogeneity of sources is evident on a 10 km scale during an episode of melting. On a 100 km scale, the differences between provinces can be related to differing abundances of minor phases such as apatite and phlogopite in the source assemblages.

DE ANIRUDDHA, Department of Geology, University of Calcutta, Calcutta, India

ORIGIN OF RODINGITES IN ALPINE ULTRAMAFICS - OPHIOLITES: A CASE FOR MULTIPLE WORKING HYPOTHESES

Calc-silicate mineral-rich rodingites occur in Alpine-type serpentinized ultramafics, ophiolites and in serpentinites of mid-oceanic ridges. The genetic hypotheses are as follows: I. Rodingite may be an igneous differentiate. II. Calcium needed to transform non-rodingitic assemblages into a rodingite may come from serpentinization of ultramafic host. III. White dykes and rodingites of the Eastern Townships of Quebec, Canada occur in ultramafic rocks of Alpine Ophiolite Complexes associated with pillow lavas, wild flysch (olistostrome) and greywacke (De, 1967, 1968). These rodingites have been formed through Ca-enrichment in diorite, granite and plagiogranite (albitite). Sr is sympathetically enriched with CaO in diorite dykes, which can be ascribed to the breakdown of original lime-silicate minerals within the dyke magmas in the hydrous-desilicating environment of serpentinized ultramafic rocks. This hypothesis is consistent with the D and ^{18}O in rodingites being dissimilar to those in lizardite-chrysotile type serpentinization, but similar to antigorite-chlorite type (Wenner, 1979) which typically form at or near the "black wall" contacts of rodingites (De, 1972). IV. Rodingites in gabbros occurring in mid-oceanic ridges are ascribed to rapid hydrothermal discharge. V. Rodingite may form at near-surface environment in presence of Ca^{2+}-H^- type water related to serpentinization, e.g., xonotlite, pectolite occurrences. VI. The occurrence of hydrogrossular (Mayaguez), aragonite or calcite (S.E. Quebec) along cracks explain the manner of disposal of CaO which form as a minor byproduct of serpentinization of ultramafics.

DENG JINFU, E MOLAN, LU FENGXIANG, Beijing Graduate School, Wuhan College of Geology, Beijing, China

NEOZOIC BASALTS IN NORTHEAST CHINA AND THEIR RELATION TO CONTINENTAL RIFT TECTONICS

Neozoic basalts discussed in this paper refer to the alkali basalts containing abundant upper mantle ultramafic nodules, Five basalt zones have been distinguished from east to west: (1) Laoyeling zone (2) Longgongshan zone, (3) Northeast plain zone, (4) Daxinganling zone, (5) the east margin of Mongolia plateau zone, These basalts

are likely comparable to those in the Afar Triple Junction and the East African Rift System around the Red Sea basin by their petrological and chemical characteristics and their variation trends, and considered as a result of continental rift magmatism.

The distribution of alkali and K_2O contents of the basalts in this region are symmetrical about two tensional centers, the Longgongshan zone and Daxinganling zone, respectively, K_2O content of these basalts increases away from the tension centers. It suggests that the basalt magmatism is tectonically related to tensional continental rift, rather than to Benioff Zones. This model also is in conflict with geocynclinal tectonics theory, in the view of which the basaltic magmatism is believed to be product of postorogenic movement.

DIAZ DE VILLALVILLA LILAVATTI., ZELEPUGUIN VLADIMIR., DILLA MARLEN., DOMIMGUEZ EDDA., Centro Investigaciones Geol., Min. Ind. Básica, La Habana, Cuba

ASOCIACIONES VULCANOGENAS DEL ARCO INSULAR EN CUBA CENTRAL

La secuencia vulcanógena de la región central de Cuba se piede dividir en asociaciones originadas antes de la etapa de arco insular (a tribuídas al complejo ofiolítico) y las asociaciones formadas durante la etapa de arco insular. Basándonos en características geólogo-faciales, petrográficas, petroquímicas, mineralógicas, se divide, por primera vez, la secuencia vulcanógena del arco insular certácico de Cuba Central en unaserie de asociaciones vulcanógenas y vulcanógeno-sedimentarias. Consecuentemente con la evolución del vulcanismo se separan las siguientes asociaciones en las provincias villarenas: 1) Asociación de contrate liparito-basáltica, 2) Asociación basalto-andesítica con dos subasociaciones, 3) Asociación consecutivamente diferenciada basalto-andesito-dacito liparítica con tres subasociaciones. En las provincias camagüeyanas separamos tres asociaciones con dos subasociaciones, entre ellas se encuentran la asociación traquibasalto-traquiandesítica y una asociación consecutivamente diferenciada. Se establece una comparación preliminar entre los bloque que integran Cuba Central con la región occidental del país. En el presente artículo se ofrece el esquema 1:250 000 de las asociaciones vulcanógenas de la región central de la zona estructuro facial Zaza con su caracterización, lo que tiene indicutible importancia práctica para el pronóstico metalogénico.

ДИМИТРОВА Е., ЯНЕВ Й., Геологический ин-т Болгарской Академии наук; БАХНЕВА Д., Высший ин-т горного дела и геологии; КАМЕНОВ Б., МАВРУДЧИЕВ Б., Университет Софии "Климент Охридски", г.София, НРБ

МАГМАТИЧЕСКИЕ ФОРМАЦИИ КАРПАТО-БАЛКАНСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ

Продукты магматизма Карпато-Балканской (КБ) области объединены в 19 вулканических и интрузивных формаций, из которых I ультрамафитовая, 5 мафитовых, 10 мафитово-сиалических и 3 сиалических. Это характеризует магматизм области в основном как мафитово-сиалический. По отношению уровня щелочности - формации нормально- и субщелочные (последние развиты в южной части КБ области), а щелочные представлены очень слабо (I формация). Формации стадии прогибания геосинклинального режима в основном мафитовые, а инверсионной стадии того же режима и формации орогенного режима - мафитово-сиалические, в меньшей степени сиалические (в свете концепции тектоники плит принимается, что стадия прогибания отвечает рифтогенезису, инверсионная - островодужной обстановке и активной континентальной окраине, а орогенный режим - коллизионной обстановке). Вместе с уменьшением основности магматизма в целом в инверсионной стадии и при орогенном режиме увеличивается дифференцированность магматизма. Это особенно ясно проявлено в альпийском тектоно-магматическом цикле. Как правило, в отдельных циклах магматические проявления стадии прогибания, инверсионной стадии и последующего за ней орогенного режима смещаются последовательно к срединным массивам. В том же направлении местами наблюдается и миграция магматических формаций разных тектоно-магматических циклов, но одного и того же режима и одной и той же стадии. Металлогеническая специализация магматических формаций КБ области сульфурофильная и в меньшей степени оксифильная. Самое большое разнообразие по металлам, генетическим типам месторождений и самое большое промышленное значение имеют оруденения, связанные с мафитово-сиалическими формациями, проявленными в основном на инверсионной стадии и в орогенном режиме альпийского тектоно-магматического цикла.

ДЮРИЦА Д., СУК М., ШИМАНЕК Б., ТИХИ Л., ЧССР

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ГРАФИТА В ВЫСОКОМЕТАМОРФИРОВАННЫХ ПОРОДАХ ЧЕШСКОГО МАССИВА

Сравнительное изучение органических веществ и графита в породах от неметаморфированных до интенсивно метаморфированных Чешского массива и Западных Карпат, основанное на корреляции геологического положения, литофациального характера и геохимических данных (пиролиз, рассеян-

ные элементы, изотопический состав углерода) показало, что графит в интенсивно метаморфированных породах докембрия образовался несколькими способами: а) в результате метаморфоза угольной субстанции в материнских породах; б) в результате метаморфоза нефти; в) на основе диссоциации CO_2 исходных пород; г) в результате приноса углерода, освобождающегося из окружающих пород при метаморфозе;д) в результате приноса углерода из более глубоких частей земной коры. Это генетическое разделение имеет значение для поисков месторождений графита и важно по отношению геологии и петрологии. Например,на его основе можно в докембрии южной Чехии выделить две т.н. пестрые (вулканогенные) группы, установить дентровидные формы графита, считаемые остатками высших растений (доказательство палеозойского возраста молданубика) как новообразованные, уточнить характеристику метаморфоза в молданубике и в породах восточной окраины варисского метаморфического комплекса. С точки зрения теории метаморфоза имеет значение определение современных изменений в отложениях неогена Восточно-Словацкой низменности, где изограды изменений органических веществ, несмотря на стратиграфическое разграничение, проходят параллельно с поверхностью на глубинах свыше 2 500 м при геотермическом градиенте 65° С/км. Это имеет исключительное значение для выявления зоны катагенезиса и для выявления прогнозных аккумуляций нефти и природного газа. В условиях средних степеней метаморфоза происходит поворот в поведении органических веществ (см. диаграмму IO/S_3), углеобразные вещества теряют восстановительное воздействие и способствуют таким образом изменению режима метаморфоза. В условиях более высоких степеней метаморфоза графит проявляется прежде всего как фактор, обуславливающий парциальное давление CO_2 и как негативный катализатор роста кристаллов.

DMITRIEV Yu.I., SHARKOV E.V., Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

BASIC PRINCIPLES AND CRITERIA FOR COMPARISON OF OCEANIC IGNEOUS ROCKS AND THEIR ANALOGUES ON CONTINENTS

Comparative study of oceanic and continental igneous rocks is aimed to reveal peculiarities of the magmatism in corresponding segments of the Earth lithosphere. To get reliable results it is necessary to investigate rocks crystallized from melts of the same types, in the similar structural and geodynamic environment and close in time. Specific features of the oceanic and continental magmatism reveal themselves more obviously, when rocks of the same facies (intrusive, effusive) and from adjoining regions are compared. Principles of

similarity in composition and genesis are easily applied to normal tholeiitic basalts, subalkalic basalts and alkalic basaltoids, which were formed under spreading regime in morphostructures of the oceanic floor (mid-oceanic ridges, rifts, transform faults) and in trap basins and rifts on continental platforms. Normal continental basalts differ from oceanic analogues by the lower basicity, higher content of incompatible elements, higher $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratio, distinctly lower Fe/Fe+Mg ratio in high-alumina varieties and by the usual association with andesitic and acid rocks. Subalkalic basalts and alkalic basaltoids are much more widespread on continents than in oceanic regions, where high-potassium rocks are practically absent. Differences between oceanic and continental basaltic rocks are caused by divers levels of parental magma generation in laterally inhomogeneous mantle and by the melt interactions with sialic crust in continental regions.

ДМИТРИЕВ Ю.И., ШАРКОВ Е.В., Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И КРИТЕРИИ СРАВНЕНИЯ ИЗВЕРЖЕННЫХ ГОРНЫХ ПОРОД ОКЕАНОВ И ИХ АНАЛОГОВ НА КОНТИНЕНТАХ

Сравнительное изучение изверженных горных пород океанов и континентов имеет своей целью выяснение особенностей магматизма в соответствующих сегментах литосферы Земли. Для получения надежных результатов объектами исследования должны являться производные однотипных магм, эволюционировавших в сходных геоструктурных и геодинамических условиях, на близких по времени этапах геологической истории нашей планеты. Специфика океанского и континентального магматизма проявляется еще более отчетливо при сопоставлении однофациальных (интрузивных, эффузивных) изверженных горных пород, развитых в сопредельных регионах. Среди океанских и континентальных магматических горных пород принципам подобия состава и условий образования в наибольшей степени отвечают нормальные толеитовые базальты, субщелочные базальты и щелочные базальтоиды, образовавшиеся в условиях растяжения земной коры как в морфоструктурах океанского ложа (срединно-океанические хребты, рифты, трансформные разломы), так и на континентальных платформах (траповые впадины, рифты). Нормальные континентальные базальты отличаются от океанских аналогов меньшей основностью, обогащенностью крупноионными литофильными элементами, повышенными значениями отношения $^{87}Sr/^{86}Sr$, низкой магнезиальностью высокоглиноземистых разностей и нередкой ассоциацией со средними и кислыми породами. Субщелочные базальты и щелочные базальтоиды на континентах развиты значительно шире, чем в океане, причем высококалиевые породы практически отсутст-

вуют в составе океанских ассоциаций. Различия океанских и континентальных базальтовых пород обусловлены разными уровнями генерации исходных расплавов в разнородной по составу мантии и взаимодействием мантийных выплавок с веществом сиалической коры в материковых регионах.

DOBRETSOV N.L., LITVINOVSKY B.A., REYF F.G., Geological Institute of the Buryat Division of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Ulan-Ude, USSR

THE MODEL OF THE FLUID SYNTEXIS AND ORE - BEARING GRANITOIDAL MAGMAS

The data of the thermobarometry, geology and mineralogy show that only those intrusions or their parts bear W-Mo mineralization, in which the distillation begins still at an early magmatic stage. In such hypabyssal and mesoabyssal intrusions the magma contains not 2-3% of H_2O, as usually, but 4,5-5%, in the late phases the content of H_2O increases up to 7%. The temperature of the homogenization of the melt inclusions in the intratelluric phenocrysts is 700-800°C, that determines the lower temperature limit of the formation of the magma.

These data are not compared with the models of the anatexis origin of the granites and it is best agree with the model, named as "fluid syntexis". The model of the intramagmatic flow of solutions is less probable because of very small (0,2-0,5 mkm) size of the early bubles of the fluid, the absence of the thick areal of the metasomatites and other reasons. The optimal variant corresponds to the fluid flow, appearing at the abyssal crystallization of the basic magma. This fluid flow generates the granitic magmatic chamber at the depth of 10-20 km. As the latter grows, the role of the convection in the transport of the fluids from the bottom to the top of the chamber increases essentially. In this case the water fluid dissolves completely in the forming melt. The conditions for the distillation of the magmas are created only in consequence of the uplift and decompression. The mechanism, regulating the localization and intensity of the fluid flow from the basic and granitic magmas as well as the role of the other mineralizators (besides H_2O) in the ore formation, presents the special problem. The model is illustrated by the concrete examples from Zabaikalye and Kazakhstan.

ДОБРЕЦОВ Н.Л., ЛИТВИНОВСКИЙ Б.А., РЕЙФ Ф.Г., Геологический ин-т Бурятского филиала СО Академии наук СССР, г. Улан-Удэ, СССР

МОДЕЛЬ ФЛЮИДНОГО СИНТЕКСИСА И РУДОНОСНОСТЬ ГРАНИТОИДНЫХ МАГМ

Данные термобарогеохимии, геологии и минералогии показывают, что только те интрузии или их части несут Мо- W оруденение, в которых дистилляция начинается еще на раннемагматическом этапе. В таких мезоабиссальных интрузиях магма содержит не 2-3% H_2O, как обычно, а 4,5-5, в поздних фазах содержание H_2O возрастает до 7%. Температура гомогенизации расплавных включений в интрателлурических вкрапленниках составляет 700-800°С, чем определяется нижний температурный предел магмообразования. Эти данные несопоставимы с моделями анатектического происхождения гранитов и лучше всего согласуются с моделью флюидного синтексиса. Модель сквозьмагматических растворов менее вероятна из-за очень малого (0,2-0,5 мкм) размера ранних пузырьков флюида, отсутствия мощного ареала метасоматитов и других причин. Оптимальным представляется вариант, при котором флюидный поток, возникающий при глубинной кристаллизации базитовой магмы, вызывает образование гранитоидного магматического очага на глубине 10-20 км. По мере разрастания последнего существенно повышается роль конвекции в транспортировке флюидов от подошвы к кровле очага; при этом водный флюид целиком растворяется в образующемся расплаве. Лишь в результате подъема и декомпрессии создаются условия для дистилляции магм. Специальную проблему представляет механизм, регулирующий локализацию и мощность флюидного потока из базитовой и гранитовой магм, а также роль других минерализаторов (помимо H_2O) в рудообразовании. Модель иллюстрируется конкретными примерами по Забайкалью и Казахстану.

DODIN D.A., Central Arctic Geological Survey Expedition, Geological Production Association "Sevmorgeologia", Norilsk, USSR

MAIN MODELS OF FORMATION OF LAYERED TRAP INTRUSIONS

1. There are recognized picrite-gabbro-diorite (PGD), picrite-dolerite (PD), troctolite-gabbro-dolerite (TGD), troctolite-dolerite (TD), dolerite-monzodiorite (DMD), leucodolerite-troctolite-dolerite (LTD), and dolerite-ferrogabbro-diorite (DFD) types of layered trap intrusions. The first type is associated with commercial nickel deposit, and the last suggests the presence of iron ores and poor copper-nickel mineralization.

2. Comparison of the above intrusive series to main trends of magmatic evolution suggests that differentiation trends of DFD, DMD, TD,

and LTD types are close to the ferrogabbroid (Skaergaard) trend, and those of PGD, PD, and TGD types - to the diorite (Norilsk) trend. The trend features are associated with variations in composition and depth of generation of parent magmas, their fluid content and governing profile of hydrogen fluids, as well as with difference in a character of processes of chamber differentiation, its superposition on proper magmatic differentiation, rate of melt cooling and other causes discussed in the report.

3. Intrusions of commercial nickel-bearing PGD type derived from magnesium - high-potassium magmas saturated with boron-fluoride fluids; ferrosodium melts from which massifs of the DMD type formed were characterized by a chloride profile of fluids; intermediate fluoride-chlorite specialization of fluids was typical of bodies of the DFD type.

4. Crystallization differentiation and chamber liquation dominated the formation of massifs of DFD, DMD, and LTD types; crystallogravitational differentiation accompanied by fractionation was typical of the TGD, TD and PD types. The formation of intrusions of the PGD types is interpreted in terms of abyssal and chamber liquation and crystallogravitational differentiation in the intrusion chamber.

5. Diachronous series of layered intrusions suggesting the heterogeneity of upper mantle, different depths of primary magmatic chambers and type (boron-fluoride, chloride, intermediate) of intratelluric fluids can be defined for certain trap regions.

ДОДИН Д.А., Центрально-арктическая геологоразведочная экспедиция ПГО "Севморгеология", г.Норильск, СССР

ГЛАВНЫЕ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ РАССЛОЕННЫХ ТРАППОВЫХ ИНТРУЗИЙ

I. Выделяются пикрит-габбро-диоритовый (ПГД), пикрит-долеритовый (ПД), троктолит-габбро-долеритовый (ТГД), троктолит-долеритовый (ТД), долерит-монцодиоритовый (ДМД), лейкодолерит-троктолит-долеритовый (ЛТД) и долерит-феррогаббро-диоритовый (ДФД) типы расслоенных траппових интрузий. Первый из них является промышленно-никеленосным, с последним связаны железные руды и бедное медно-никелевое оруденение.

2. Сопоставление указанных интрузивных серий с главными направлениями магматической эволюции показывает близость направлений дифференциации ДФД, ДМД, ТД и ЛТД типов к феррогабброидному (скаергаардскому), а ПГД, ПД и ТГД к диоритовому (норильскому) трендам. Особенности этих трендов обусловлены вариациями составов и глубины генера-

ции родоначальных магм, их флюидонасыщенностью и определяющим профилем водородных флюидов, различиями в характере процессов внутрикамерной дифференциации, наложением ее на собственно магматическую, скоростью остывания расплавов и другими рассматриваемыми в докладе причинами.

3. Интрузии промышленно-никеленосного ПГД типа формировались из магнезиально-высококалиевых, насыщенных борно-фторидными флюидами магм; железисто-натриевые расплавы, из которых образовывались массивы ДМД типа, характеризовались хлоридным профилем флюидов, тела ДФД типа отличались промежуточной фторидно-хлоридной специализацией флюидов.

4. При формировании массивов ДФД, ДМД и ЛТД типов главную роль играла кристаллизационная дифференциация и камерная ликвация; ТГД, ТД и ПД типов наибольшее значение имела кристаллогравитационная дифференциация, сопровождаемая фракционированием. Процесс образования интрузий ПГД типа трактуется с позиций абиссальной и камерной ликвации и кристаллогравитационной дифференциации в камере интрузий.

5. Для отдельных траповых регионов удается наметить разновозрастные ряды расслоенных интрузий, отражающие гетерогенность верхней мантии, различные глубины первичных магматических очагов и тип (борно-фторидный, хлоридный, промежуточный) интрателлурических флюидов.

EDGAR ALAN D. and MAKOTO ARIMA, University of Western Ontario, London, Ontario, Canada

EXPERIMENTAL STUDIES ON K-METASOMATISM OF A MODEL PYROLITE MANTLE AND THEIR BEARING ON THE GENESIS OF ULTRAPOTASSIC MAGMAS

Experiments at 20 and 30 kb, and 850-950°C on pyrolite with various concentrations of K_2O in aqueous solution have been used to model K-metasomatism in the upper mantle. With even small amounts of K_2O added (<0.5 wt %) phlogopite is an additional phase at 30 kb and phlogopite and calcic amphibole at 30 kb. At 30 kb, similar results were obtained from runs at 850°C and 950°C. With increasing K_2O concentration (up to 3.5 wt %), phlogopite content increases relative to garnet, olivine, orthopyroxene, and clinopyroxene, olivine content decreases relative to clinopyroxene and orthopyroxene, while orthopyroxene content remains constant relative to clinopyroxene. Once liquids appear at higher K_2O concentrations (≥3.5 wt %), phlogopite content starts to decrease.

At 20 kb, increasing K_2O concentration (up to 1.8 wt. %) produces an inverse relationship between amphibole and phlogopite, and decrease of olivine and orthopyroxene relative to clinopyroxene. At higher K_2O concentration (>2.0 wt %) amphibole and spinel disappear, but phlogopite content continuously increases relative to orthopyroxene, clinopyroxene and olivine with increasing K_2O concentration. These results indicate reactions for phlogopite formation involve garnet, olivine and orthopyroxene at 30 kb, and spinel, amphibole, olivine, orthopyroxene and clinopyroxene at 20 kb. In the absence of appreciable sodium, metasomatism of the upper mantle at 20 kb may result in formation of phlogopite rather than that of K-amphibole.

EFIMOV A.A., PUCHKOV V.N., In-te of Geology and Geochemistry of the Ural Scientific Centre of the USSR Academy of Sciences, Sverdlovsk, USSR

ORIGIN OF OPHIOLITES AND PERIDOTITE-GABBRO-BASALTIC COVER OF THE PRESENT-DAY OCEANS

A summary of data on ophiolites supports the mantle-restite nature of the alpine-type peridotites, although it contradicts the ideas of orthomagmatic (cumulative) nature of rocks of wehrlite-clinopyroxenite series and a major part of gabbros. Wehrlites and pyroxenites are metasomatites developed at the expence of dunites and harzburgites.

Specific non-alkali, low-Ti magnesian anorthite gabbros, poor in trace and rare earth elements, which have no chemical equivalents among basalts and high magnesian lavas, should be considered as a part of the complex gabbro-ultramafic mantle restite; selective melting, solid-state flow and decompression reactions have been involved in its formation. The most probable cause of their association with peridotites is the presence of the residual (eclogitic) material, occurred in the mantle from preceeding cycles of the deep-seated anatexis, in particular, after melting of calc-alkali magmas from the oceanic crust in subduction zones. The experiments, which model dry and wet anatexis in the mantle, support the probability of formation not only of regular series of cotectic melts, but also restites in the extensive field of basite-ultramafic compositions, their full melting is hardly possible, even at the maximum value of geotherms. Cumulative formation of the 3-rd geophysical layer, which is usually identified with the dunite-pyroxenite-gabbroic succession in ophiolites, is thought to be questionable: the available geophysical data do not directly indicate the presence of giant near-surface basins of liquid magma in the present-day spreading centres; a difficult problem arises, regarding the stability of a thin roof of such basins; the parent magma of the hypothetic cumulates does not erupt onto the bottom of the ocean. It is likely, that the 3-rd layer of the present-day oceanic crust is predominantly made of the restite material. An unambiguous test of the model proposed can be carried out by two ways: /1/ Geophysical investigations in the spreading centres to support or reject the probable existence of giant magmatic chambers there and /2/ direct comparison of absolute ages of the 2-nd and 3-rd geophysical layers.

ЕФИМОВ А.А., ПУЧКОВ В.Н., Институт геологии и геохимии Уральского научного центра Академии наук СССР, Свердловск, СССР

ГЕНЕЗИС ОФИОЛИТОВ И ГИПЕРБАЗИТ-ГАББРО-БАЗАЛЬТОВОЙ ОБОЛОЧКИ СОВРЕМЕННЫХ ОКЕАНОВ

Совокупность данных по офиолитам подтверждает мантийно-реститовую природу гипербазитов альпийского типа, но противоречит представлениям об ортомагматической (кумулятивной) природе пород ряда верлит-клинопироксенит и значительной части габбро. Верлиты и пироксениты являются метасоматитами, образовавшимися по дунитам и гарцбургитам.

Специфические безщелочные, малотитанистые, магнезиальные анортитовые габбро, бедные рассеянными и редкоземельными элементами, не имеющие химического эквивалента среди базальтов и высокомагнезиальных лав, следует рассматривать как составную часть сложного габбро-гипербазитового мантийного рестита, в формировании которого участвовали селективное плавление, твердопластичное течение и реакции декомпресии.

Наиболее вероятная причина их связи с гипербазитами – наличие в мантии остаточного (эклогитового) материала от предшествующих циклов глубинного анатексиса, в частности от выплавления известково-щелочных магм из океанической коры в зонах субдукции. Эксперименты, моделирующие сухой и водный анатексис в мантии, подтверждают возможность образования не только закономерных серий котектических выплавок, но и реститов в широкой области базит-гипербазитовых составов, полное плавление которых даже при максимальной оценке геотерм вряд ли возможно. Образование кумулятивным путем 3-го геофизического слоя современных океанов, обычно отождествляемого с дунит-пироксенит-габбровой последовательностью в офиолитах, представляется сомнительным: геофизические данные не дают прямых указаний на наличие в центрах современного спрединга гигантских приповерхностных бассейнов жидкой магмы; возникает трудноразрешимая проблема устойчивости маломощной кровли таких бассейнов; родоначальная магма гипотетических кумулятов не дает излияний на дно океанов. По-видимому, 3-й слой коры современных океанов сложен преимущественно реститовым материалом. Однозначная проверка предлагаемой модели возможна в двух направлениях: (1) геофизические исследования в центрах спрединга с целью подтвердить или отвергнуть возможность существования здесь крупных магматических камер и (2) прямое сравнение абсолютного возраста 2-го и 3-го геофизических слоев.

ELLIS DAVID, Geology Department, University of Tasmania, Hobart, Tasmania, Australia

AN EXPERIMENTAL STUDY OF THE CaO-MgO-Al_2O_3-SiO_2-H_2O SYSTEM AT HIGH TEMPERATURES AND PRESSURES

There have been numerous studies of the gabbro-garnet granulite-eclogite transitions by experimentation in the CMAS system. The addition of H_2O to this system eliminates many of these reactions by virtue of the stability of amphibole and zoisite. An experimental study of the dehydration and partial melting reactions involving these hydrous silicates has been undertaken. In contrast to previous experimental work, it is shown that at $P_{H_2O} = P_{Total}$ the high temperature stability limit of tremolite-tschermakite is not defined by subsolidus dehydration reactions, but instead involves a variety of melting reactions. Beyond the upper pressure stability limit of amphibole another hydrous silicate-zoisite is stable at high temperatures in many model mafic rock compositions, and may be a means of transporting water to great depths in subduction zones.

ELLIS DAVID, Geology Department, University of Tasmania, Hobart, Tasmania, Australia

AN EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECT OF VOLATILES ON THE STABILITY OF COEXISTING Fe-Mg GARNET-CORDIERITE

The role of volatiles in the origin and mineralogical constitution of granulite facies rocks is of considerable importance for our understanding of the deep crust. In particular it has previously been suggested that the upper pressure stability limit of cordierite depends on P_{H_2O}.

An experimental study of the stability of coexisting garnet-cordierite and the dependence of the Fe-Mg exchange between these two minerals has been undertaken as a function of P_{H_2O}-P_{CO_2}. One of the results of this work is that garnet and cordierite can coexist to pressures of 10-11 kb at 900-1000°C, independent of P_{H_2O}. This has application to the depths of formation of ancient crustal terrains.

ELLIS DAVID, Geology Department, University of Tasmania, Hobart, Tasmania, Australia

REGIONAL VARIATIONS IN METAMORPHIC GRADE OF THE GRANULITES OF ENDERBY LAND, ANTARCTICA

The pelitic rocks from the Napier Complex of Enderby Land, Antarctica show a wide regional variation in metamorphic grade. The lowest grade areas contain primary garnet-cordierite (-Kfeldspar)-quartz whereas the highest grade region was metamorphosed at P-T conditions beyond that of coexisting garnet-cordierite (-Kfeldspar)-quartz. The higher grade quartz-bearing equivalents of this assemblage include hypersthene-sillimanite, hypersthene-sapphirine, garnet-sapphirine-sillimanite, spinel-quartz and garnet-osumilite. These assemblages show systematic variations in occurrence when analysed in terms of pelitic rock petrogenetic grids. Furthermore, the compositions of coexisting phases also show systematic variations with regional distribution.

EMBEY-ISZTIN ANTAL, NOSKE-FAZEKAS GABRIELLA, Hungarian Natural History Museum, Hungary; KURAT GERO, Natural History Museum, Vienna, Austria

GENESIS OF GARNETS IN SOME MAGMATIC ROCKS FROM HUNGARY

Garnets from Miocene di-normative, medium-K andesites as well as from a Mesozoic fine-grained albite granite have been petrologically investigated. The chemical compositions of the garnets from the andesites as determined by electron microprobe (alm 57-65, pyr 14-22, gross 10-24, spess 2-5 - all in mol.-%) are compatible with the garnets being high pressure liquids phases. Garnets from the granite (alm 71-74, pyr 12-18, gross 3.5-5.5, spess 5.6-11) apparently crystallized in a low pressure environment. They are belived to have formed in a late autometasomatic event.

EMMERMANN Rolf, Mineralogisch-Petrologisches Institut Universität Giessen, FRG

DSDP HOLE 504B: A 1076M SECTION THROUGH OCEANIC LAYER 2

DSDP Hole 504B cored by three DSDP Legs (69,70,and 83) has established the deepest section through oceanic layer 2 drilled to date. The hole is located in 5.9 m.y. old crust some 200 km south of the Costa Rica Rift in the eastern Pacific. It reaches 1.35 km into the ocean crust, penetrating 275 m of sediments, 572 m of pillow lavas and breccias with interlayered massive flows, a 209 m transition zone consisting of pillow basalts, massive units and dikes, and 295 m of dikes and massive cooling units that represent part of a sheeted dike complex. Within the transition zone a mineralized stockwork was encountered.

The hole tapped a hydrothermal system in its conductive stage. The basement cored at this site experienced a complex alteration history ranging from low-T basalt/seawater interaction to alteration under greenschist facies conditions and producing compositionally distinct depth-related alteration zones.

A comprehensive review and evaluation of basement mineralogy and basement chemistry will be given. The large number of data allow reliable statements with respect to the original igneous composition and variation of the basement rocks and the compositional changes due to secondary alteration. On the basis of these data mantle source characteristics and processes of magma generation and basement formation will be discussed. The different alteration events will be quantitatively defined.

EPELBAUM M. B., Institute of Experimental Mineralogy of the USSR Academy of Sciences, Chernogolovka, Moscow Region, USSR

STRUCTURE AND PROPERTIES OF THE WATER-BEARING GRANITE MAGMAS

Formation of chemical compounds in the oxide silicate melt, formation of compounds on solution of water in the melt, and relations between bonded water and molecular water in the melt have been considered.

Experimental investigation of some structure-sensitive properties gave support to the conception of solution mixed of chemical compounds. The properties found to be structure-sensitive are, first of all, molar volumes and refrective indeces of glasses of the $MeO(MeO_2)$-SiO_2 systems, molar volumes of melts, data on the diffusion mobility of components of a mineral solving in the melt, and liquidus relationships in binary and ternary systems. It is difficult to obtain the binary liquidus curves fitting Schroeder's equation with the independently found values of enthalpy of melting and to explain the eutectic shifts with introducing the additional (third) components until certain compounds are taken as components of the system. By choosing the second component to describe the albite melting curve for the Ab-H_2O system in terms of Schroeder's equation with ΔH_{Ab} - 13 keal/mole the Ab·$2H_2O$ compound has been revealed to form on solving the water. With regard to this result, scheme of calculations accepted by Burnham who refered a mole of a silicate component to eight oxygen atoms seems to be disputable and contradictory. Direct determination of the chemically bonded and molecular water by the IR-spectroscopy in the near spectrum region show that both forms of water are present in the quenched albite melt at P_{H_2O}=0.5÷5 kbar. The water mole fraction increases with increasing pressure. Thus, acid magmatic melt can be presented as a solution of corresponding compounds (end-members) including water-bearing compounds. This presentation facilitates description of the liquidus relationships in the system and explanation of the effect of additional components (water, in particular) on these relationships.

ЭПЕЛЬБАУМ М.Б., Ин-т экспериментальной минералогии Академии наук СССР, Черноголовка Московской области, СССР

СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА ВОДОСОДЕРЖАЩИХ ГРАНИТНЫХ РАСПЛАВОВ

В докладе рассмотрено образование химических соединений в окисном силикатном расплаве, образование соединений при растворении в нем воды, соотношение связанной и молекулярной воды в расплаве. Применимость концепции раствора химических соединений следует из результатов изучения ряда структурно-чувствительных свойств. Это в первую очередь мольные объемы и показатели преломления стекол систем $MeO(Me_2O)$-SiO_2, мольные объемы расплавов, результаты изучения диффузионной подвижности компонентов растворяющегося в расплаве минерала, ликвидусные отношения в двойных и тройных системах. Соответствие линий ликвидуса в двойных системах уравнению Шредера (с учетом найденной независимо энтальпии плавления), объяснение характера и в ряде случаев величины смещения эвтектик при введении дополнительного третьего компонента - все это удается получить лишь при выборе в качестве компонентов системы определенных соединений. Путем подбора второго компонента для описания кривой плавления альбита в системе Ab-H_2O в уравнении Шредера с $\Delta H_{Ab} \approx 13$ ккал/моль выявлено образование при растворении воды соединения $Ab \cdot 2H_2O$. В связи с этим обсуждается схема расчетов Бернема, где моль силикатного компонента рассчитывается на восемь атомов кислорода. Она представляется не обоснованной и физико-химически противоречивой. Прямые определения содержания химически связанной и молекулярной воды методом ИК-спектроскопии в ближней области показали, что при $P_{H_2O}=0{,}5 \div 5$ кбар в закаленном расплаве альбита присутствуют обе формы воды. С ростом давления доля молекулярной воды возрастает. Итак, кислый магматический расплав представляет собой раствор соответствующих соединений (миналов), в том числе и соединений с водой. Это позволяет описать ликвидусные отношения в системах, объяснить характер влияния добавочных компонентов, в частности воды, на ликвидусные отношения.

EPSTAIN E.M., Ministry of Geology of the USSR, Moscow, USSR

DEPTH FACIES OF CARBONATITE COMPLEXES OF ALKALI-ULTRAMAPHITIC FORMATIONS SPECIFIED BASING ON QUANTITATIVE DEFINITION OF FORMATION DEPTH

On the basis of palaeogeographic reconstructions we together with V. Kabankov and V. Moraliov established the depth (Hkm) of formation (from the paleosurface) of present day erosion surfaces 17 massifs of ultramafites, iolites and carbonatites (UIC), among them:

Western Anabar region - Essey 0.8, Odihincha 1.0, Kougda 1.3, Bor-Yurakh 1.6, Gouli 2.1, Magan 2.5, Iraas 2.9 (±0,2-05); Sette-Daban-Gek 5.1, Povorotny 6.8, Ozerny 8.2(±1.3); Aldan (V.Moraliov, A. Elyanov)- Arbarastakh 1.6, Inagly 3.5 (±0.5) Average homogenization temperatures (Th) of inclusions in minerals of quartzcontaining carbonatites (V.Samoilov) is in inverse relationship with the depth of rock formation ($H=\frac{350-Th}{15}$ km). Basing on this formula H for UIC massifs is calculated for; the Cola peninsula-Turi - 1.5, Ozernaya Varaka 2,8, Kovdor - 4.o, Vuori Yarvi 4.7, Africanda 5.4(±0.5-0.8) and the Verkhnaya Sayana-Verkhnesayansky 5.9, Nizhnesayansky - 7.4 (± 0.8-1.2) Apart from oreless surface,two orebearing depth facies (d.f.) of UIC were devided basing on quantitative data.Hypabissal d.f. (0.5-5.6km) is characterized by widely spread olivinites, melilites, carbonatite-type rocks prevailing over carbonatites are accompanied by apatites, apatite-magnetites (Ap-Mt), perovskites, chalkopyrites, phlogopites and raremetal deposits, in the upper part vertical zoning is not distinct, in the lower part it is seen at the H no less than 2-3 km. Mesoabissal d.f. (5-6 -12km): for this facies development of pyroxene ultramaphites is typical, carbonatites (40-90% of section) are widely spread, carbonatite type rocks in apical parts are weekly pepresented; the deeper, the more important is the role of carbonatites due to silicate rocks, anchorite carbonatites due to calcitic and dolomitic rocka; apatite-rare metallic deposits in carbonatites prevail. In the Kovdor apatite-magnetite ore body carbonatites with the depth are substituted by synchronic carbonatites. It is caused be decrease of tangent load and increase of Rf- Intensivity of metasomatism at the formation of carbonatite complexes increasing with the depth depends on correllation of velositites of: opening of cracks, infiltration of mineralizing solutions, their reaction with the host rocks.

ЭПШТЕЙН Е.М., Министерство геологии СССР, г.Москва, СССР

ФАЦИИ ГЛУБИННОСТИ КАРБОНАТИТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ЩЕЛОЧНО-УЛЬТРАМАФИТОВОЙ ФОРМАЦИИ ПО КОЛИЧЕСТВЕННЫМ РАСЧЕТАМ

По палеогеографическим реконструкциям совместно с В.Кабаньковым и В.Моралевым установлена глубина (Н км) формирования от палеоповерхности современных эрозионных срезов 17 массивов ультрамафитов, ийолитов и карбонатитов УИК, в том числе Западное Прианабарье - Эссей 0,8; Одихинча 1,0; Кугда 1,3; Бор-Юрях 1,6; Гули 2,1; Маган 2,5; Ыраас 2,9 (±0,2-0,5); Сетте-Дабан - Гек 5,1; Поворотный 6,8; Озерный 8,2 (±1,3); Алдан (В.Моралев, А.Ельянов) - Арбарастах 1,6; Инагли 3,5 (±0,5). Средние температуры гомогенизации ($T_г$) включений в минералах

кварцсодержащих доломитовых и анкеритовых карбонатитов (В.Самойлов) связаны с глубиной формирования пород обратной зависимостью ($H = \frac{350-T_г}{15}$ км). На этой основе определены значения H массивов УИК: Кольский полуостров - Турий 1,5; Озерная Варака 2,8; Ковдор 4,0; Вуори-Ярви 4,7; Африканда 5,4 ($\pm$0,5-0,8) и Восточный Саян - Верхнесаянский 5,9; Нижнесаянский 7,4 ($\pm$0,8-1,2). Количественные данные позволяют выделить, кроме безрудной поверхностной, две рудоносные фации глубинности УИК. Гипабиссальная (0,5 - 5-6 км): широко развиты оливиниты, мелилитовые породы; к карбонатитоидам, резко преобладающим над карбонатитами, приурочены апатитовые апатит-магнетитовые (Ап-Мт), перовскитовые, халькопиритовые, флогопитовые и редкометальные месторождения; в верхней половине вертикальная зональность не проявлена, в нижней - улавливается при размахе H не менее 2-3 км. Мезоабиссальная (5-6 - 12 км):типичное развитие пироксеновых ультрамафитов, широко распространены карбонатиты (до 40-90%) среза, слабо - карбонатитоиды в апикальных частях тел; с глубиной растет роль карбонатитов за счет силикатных пород, анкеритовых карбонатитов за счет кальцитовых; преобладают апатит-редкометальные месторождения в карбонатитах. В столбообразном рудном теле (Ковдор) смена по падению кальцитсодержащих Ап-Мт карбонатитоидов синхронными карбонатитами связана со снижением тангенциальных нагрузок и ростом $P_ф$. Интенсивность метасоматоза при формировании карбонатитовых комплексов, нарастающая с глубиной, зависит также от соотношения скоростей: приоткрывания трещин, инфильтрации минерализующих рассолов, их реакций с вмещающими породами.

FATEMEH POURHOSSEINI, Petrology Section, Geol. Surv. Iran, Tehran, Iran

TECTONO-MAGMATIC EVOLUTION IN IRAN

Five tectono-plutonic phases are recognized in the Iranian crust from the late Precambrian to Pliocene, which are separated by relatively stable intervals. The elongated belt of the Precambrian Calc-alkaline intrusives in east Central Iran (Chapedony-Posht Badam) seems to be generated in an island-arc environment above an ocean-ocean subduction zone. The Mesozoic plutonic activity is mainly found along and above the active continental margin of southwestern Central Iran (Alvand-Bazman magmatic-arc). Detailed trace-major element studies together with low $^{87}Sr/^{86}Sr$ initial ratios(0.70564) indicate that the Mesozoic plutonic activity presents parts of an Andean-type magmatic-arc formed by partial melting of mantle and/or subducting Neo-Tethyan oceanic crust. Intrusion of the late Cretaceous Bazman batholith above the present active subduction zone of Makran in southeast Iran indicates that the subduction of the Oman oceanic crust (Arabian plate) was well established prior to Cretaceous time. The late Eocene plutonic belt shifted inland, away from the Mesozoic magmatic-arc belt, and then shifted back to a new position along the active continental margin during Oligocene-Miocene time. Detailed isotopic and trace-major element studies of the Oligo-Miocene plutonic rocks (Karkas-Jebal Barez magmatic-arc) together with a low $^{87}Sr/^{86}Sr$ initial ratios (0.70567) indicated that the magmas were derived from melting of a mantle or oceanic crust source. Therefore, the Oligo Miocene Andean-type plutonic belt suggests that the subduction was active beneath Central Iran during Paleogene-early Neogene time and the Arabian-Central Iranian collision might have taken place during Pliocene time.

20. Зак. 1413

FEDIUK FRANTISEK, Ministry of Education of Czech Socialist Republic, Czechoslovakia

TRONDHJEMITIC ROCKS IN CZECHOSLOVAKIA

Czechoslovak trondhjemites occur in two distinctly different geological settings. The first type belongs to postorogenic granitoide plutons, the second one represents a member of preorogenic volcanic sequences forming subvolcanic intrusions within them. No substantial differences arise as to the age which ranges from Proterozoic up to Upper Palaeozoic. Another situation, however, can be demonstrated in the mineralogy, shaped of the bodies, relation to the surrounding rocks, metamorphism, internal fabric, physical properties and geochemistry. Postorogenic trondhjemites which are megascopically similar to the classic rock-type of the Trondheim region are characterized by isometric shape of the bodies, isotropy of the structure, hot contact metamorphic effects on the wall rocks, presence of complex twins and sinneusis growth in zoned plagioclases of andesing or oligoclase composition, higher density and magnetic susceptibility, higher abundances of transitional metals and radioactive elements etc. On the contrary, main features of preorogenic trondhjemites are as follows: flattened lense-like body shape, parallel structure, plagioclase represented mostly by simply twinned or untwinned albite, current presence of chlorite, epidote and sphene, high volatile content, high oxidation state etc. This latter type is comparable with analogous rocks of ophiolites and related complexes.

FEOKTISTOV G. D., Institute of the Earth Crust of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Irkutsk, USSR

PECULIARITIES OF THOLEIITIC MAGMATISM MANIFESTATION ON THE PLATFORMS

Distinctive peculiarity of tholeiitic magmatism on the platforms is very rare (with the intervals of hundreds of thousands - million years during one magmatic cycle), but huge in volume (thousands - tens of thousands cubic kilometres) one-act (single) eruptions of magmatic melt with insignificant (not over 100 bar) surplus hydrostatic pressure resulting in thin hypabyssal dolerite sills (from 50 to 400 m) and lava sheets overlying vast areas (tens - hundreds of thousands square kilometres). Zones of magma intrusion (hearth zones) of tholeiitic melts are localized in deep parts of tectonic basins formed on the margins of platforms or within avlakogens, breaking the integrity of platform basement.

At correlation of endogenic (tectonic and magmatic) regimes on Siberian platform it was established, that tholeiitic magmatism was repeatedly manifested mainly in Riphean, Middle Paleozoic, and Late Paleozoic - Early Mesozoic, but not each tectonic cycle of platform development was completed by magmatic process. During tectonomagmatic cycles Siberian platform was characterized by variously directed vertical tectonic movements of its individual parts, and tholeiitic (trappean) magmatism took place within the long time developed tectonic basins. Great areas of distribution of magmatic products result from horisontal expansion of magma at long distances (up to 500 - 800 km) from local hearth zones of intrusion or eruption in the time of formation of basalt sheets and dolerite sills.

ФЕОКТИСТОВ Г.Д., Ин-т земной коры СО Академии наук СССР, г.Иркутск, СССР

ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ТОЛЕИТОВОГО МАГМАТИЗМА НА ПЛАТФОРМАХ

Отличительной особенностью толеитового магматизма на платформах являются очень редкие (с интервалом в сотни тысяч - миллионы лет в течение одного магматического цикла), но огромные по объему (тысячи-десятки тысяч кубических километров) одноактные (единичные) извержения магматического расплава с незначительным (до 100 бар) избыточным гидростатическим давлением, приводившие к образованию маломощных гипабиссальных долеритовых силлов (50 - 400 м) и лавовых покровов с огромной площадью развития (десятки - сотни тысяч квадратных километров). Зоны внедрения (очаговые зоны) толеитовых расплавов приурочены к глубоким частям впадин, расположенных по окраинам платформ или в пределах авлакогенов, нарушивших целостность фундамента платформ.

При корреляции эндогенных (тектонических и магматических) режимов на Сибирской платформе было установлено, что толеитовый магматизм проявлялся неоднократно, главным образом в рифее, среднем палеозое и верхнем палеозое - нижнем мезозое, но не каждый тектонический цикл развития платформы завершался проявлением магматизма. Во время тектоно-магматических циклов для Сибирской платформы были характерны разнонаправленные вертикальные движения отдельных ее частей, и в пределах длительно развивавшихся впадин проявлялся толеитовый (трапповый) магматизм. Большие площади распространения продуктов магматизма обусловлены горизонтальным перемещением магмы на значительные расстояния (до 500 - 800 км) от локальных очаговых зон внедрения или излияния при формировании базальтовых покровов и долеритовых силлов.

FERLA PAOLO, Ist. Min. Petr. Geoch. Univ., Palermo, LORENZONI SERGIO and ZANETTIN LORENZONI ELEONORA, Ist. Min. Petr. Univ., Bari, Italy

METAMORPHIC HISTORY OF THE "CALABRIAN-PELORITAN ARC" (SOUTHERN ITALY)

The "Calabrian-Peloritan Arc" is of extreme interest for metamorphic studies: there are considerable differences in type, degree and age of metamorphic events owing to the complexity of the geological history of the region. As regards the interpretation of the metamorphic history, the main structural elements of the Calabrian-Peloritan Arc can be thus arranged: a) structural elements within Mesozoic and Cenozoic rocks, metamorphosed during the Alpine orogeny only; b) structural elements in prevailingly pre-Mesozoic rocks, with Hercynian and/or pre-Hercynian metamorphism; c) structural elements in prevailingly pre-Mesozoic rocks affected by Hercynian and/or pre-Hercynian as well as by Alpine metamorphism. Structural-geologic and petrologic characteristic lead to depict a geologic-metamorphic history of the "Calabrian-Peloritan Arc" developed through three principal stages of pre-Hercynian, Hercynian and Alpine age. The deep-crustal and contact metamorphism are dealt with separatedly. The results are outlined in numerous maps of metamorphism.

FERSHTATER G.B., In-te of Geology and Geochemistry of the Ural Scientific Centre of the USSR Academy of Sciences, Sverdlovsk, USSR

CLASSIFICATION AND GENESIS OF PLAGIOGRANITES ASSOCIATED WITH GABBROS

Classification of granitoids, associated with gabbroes is based on subdivision of the latter into two interrelated groups: a plutonic one, which has no analogues among basalts and a volcano-intrusive one, the rocks of which correspond in their compositions to basalts and represent their intrusive facies. In the ophiolitic complexes gabbroes of the plutonic group are main members of the so-called cumulose part of the section. Their parent melt corresponds in its composition to the cotectics of the basic plagioclase with olivine (troctolite) or olivine and diopside (olivine gabbro). Granitoids are not directly associated with those gabbroes. The development of a plutonic gabbroic melt results in a basaltic one, which produced gabbroes of a volcano-intrusive group - the early members of gabbro-granitoid series. In the ophiolitic complexes these gabbroes and related plagiogranites are concentrated in the upper part of the section. By their composition plagiogranites are high-calciferous varieties extremely depleted in K and related LIL. In early geosynclinal gabbro-

granitoid series, which are intermediate chambers of volcanic rocks and similar in composition to the recent island arc ones, the plagiogranites, as in the case of ophiolitic complexes, are derivatives of gabbroids of the volcano-intrusive group. These derivatives are preceded by the varieties, which exibit peculiar composition features common to those of the plutonic ones. Compared to the typical ophiolitic plagiogranites, the early geosynclinal ones are enriched by K and its accompanied LIL. They are distinctly correlated with the eugeosyncline development stage and deep-seated structure. The plagiogranites of the palingenic origin, which have been formed as a result of partial melting of the basitic substrat represent a distinctive group. They are not associated with gabbroids of a definite type, but are always restricted to the zones of the water metamorphism superimposed on basites. The early members of such palingenic plagiogranitoid series are amphibole-quartz anorthosites; a low colou index is preserved for all subsequent members of the series, up to plagiogranites.

ФЕРШТАТЕР Г.Б., Ин-т геологии и геохимии УНЦ АН СССР, г.Свердловск, СССР

ТИПИЗАЦИЯ И ГЕНЕЗИС ПЛАГИОГРАНИТОИДОВ, АССОЦИИРОВАННЫХ С ГАББРО

В основе типизации гранитоидов, ассоциированных с габбро, лежит разделение последних на две взаимосвязанные группы: плутоническую, не имеющую вещественных аналогов среди базальтов, и вулкано-интрузивную, породы которой отвечают по составу базальтам и представляют собой их интрузивные фации. В офиолитовых комплексах габбро плутонической группы являются главными членами так называемой кумулятивной части офиолитового разреза. Исходный для них расплав отвечает по составу котектикам основного плагиоклаза с оливином (троктолит) или оливином и диопсидом (оливиновое габбро). Гранитоиды с такими габбро непосредственно не связаны. Эволюция плутонического габбрового расплава дает базальтовый, продуктами кристаллизации которого являются габброиды вулкано-интрузивной группы - ранние члены габбро-гранитоидных серий. В офиолитовых комплексах эти габбро и производные от них плагиогранитоиды концентрируются в верхней части разреза. По вещественному составу плагиогранитоиды представляют собой высокоизвестковистые разности, предельно обедненные калием и литофильными редкими элементами. В раннегеосинклинальных габбро-гранитоидных сериях, представляющих собой промежуточные очаги вулканитов и близких по со-

ставу современным островодужным, плагиогранитоиды, как и в офиолитовых комплексах, являются производными габброидов вулкано-интрузивной группы. Обычно им предшествуют габбро, обладающие общими особенностями состава с плутоническими. По сравнению с типичными офиолитовыми раннегеосинклинальные гранитоиды обогащены калием и сопутствующими редкими элементами, концентрации которых коррелируются со стадией развития эвгеосинклинали и глубинным строением. Особую группу представляют плагиогранитоиды палингенного происхождения, образованные в результате частичного плавления базитового субстрата. Они не обнаруживают связи с габброидами определенного типа, но всегда приурочены к зонам водного метаморфизма, наложенным на базиты. В числе ранних членов таких палингенных плагиогранитоидных серий появляются амфиболовые кварцевые анортозиты; низкий цветной индекс сохраняется для всех последующих членов серии вплоть до плагиогранита.

FONAREV V.I., Institute of Experimental Mineralogy of the USSR Academy of Sciences, Chernogolovka, Moscow Region, USSR

EXPEREMENTAL EQUILIBRIUM STUDIES ON Fe-Mg SOLID SOLUTIONS. GEOLOGICAL THERMOBAROOXYMETRY

Stability and compositions of the coexisting iron-magnesian minerals (solid solutions) were studied at different T, P, f_{O_2} on various assemblages: orthopyroxene (Opx)- magnetite (Mt)- quartz (Q), cummingtonite (Cum)-Mt-Q, olivine (Ol)-Opx-Q, Cum-Opx-Q, Cum-Ol-Q, clinopyroxene (Cpx)-Opx. The mechanisms of the reactions involving variable-composition minerals exhibited a number of features that have to be accounted for in interpreting the experimental results. For instance, reactions occur via decomposition of starting materials - crystallization of intermediate and equilibrium (compositionally) products, the relative decomposition rates of starting material control the compositions of newly-formed phases, zoned crystals develop etc. Based on thermodynamically treated experimental results, several petrologically important relationships were derived and used to quantify the physico-chemical parameters of metamorphism. Among them are: Opx-Ol-Q geobarometer, several geothermometers (two-pyroxene, cummingtonite-orthopyroxene, cummingtonite-olivine), a number of geooxymeters (orthopyroxene-magnetite-quartz; cummingtonite-magnetite-quartz and others). These "tools" proved useful in determining the metamorphic conditions of some of world iron formations and suggested the key importance of the oxygen regime in these processes.

ФОНАРЕВ В.И., Ин-т экспериментальной минералогии Академии наук СССР, Черноголовка Московской области, СССР

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАВНОВЕСИЙ С Fe-Mg ТВЕРДЫМИ РАСТВОРАМИ. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ТЕРМОБАРООКСОМЕТРИЯ

При различных T, P, f_{O_2} параметрах получены экспериментальные данные по устойчивости и составам сосуществующих железо-магнезиальных минералов - твердых растворов - в различных ассоциациях (ортопироксен (Opx)-магнетит (Mt -кварц(Q), куммингтонит (Cum)-Mt-Q , оливин (Ol)-Opx-Q, Cum-Opx-Q, Cum-Ol-Q, клинопироксен (Cpx)-Opx). В процессе исследования был обнаружен ряд специфических особенностей механизма реакций с минералами переменного состава, которые необходимо учитывать при корректной интерпретации результатов экспериментов, в их числе протекание реакций по типу: разложение исходных - кристаллизация промежуточных и равновесных (по составу) продуктов, влияние относительной скорости разложения исходных веществ на состав новообразованных фаз, образование зональных кристаллов и т.д. Полученные экспериментальные данные после соответствующей термодинамической обработки позволили получить ряд петрологически важных соотношений для количественной оценки физико-химических параметров метаморфизма, в их числе: Opx-Ol-Q геобарометр, ряд геотермометров (двупироксеновый, куммингтонит-ортопироксеновый, куммингтонит-оливиновый, клинопироксен-куммингтонитовый, клинопироксен-оливиновый), ряд геооксометров (ортопироксен-магнетит-кварцевый, куммингтонит-магнетит-кварцевый и др.). С использованием этих "инструментов" определены условия метаморфизма некоторых железистых формаций мира, выявлена важнейшая роль при этом режима кислорода.

FROLOVA T.I., Moscow State University, Faculty of Geology, Moscow, USSR

MAGMATIC ASSOCIATIONS OF RECENT ISLAND ARCS AND OROGENIC BELTS OF CONTINENTS

A comparative study of the magmatic associations of island arcs, active continental borderlands and orogenic belts of continents sheds light on the genesis of intermediate-acid magmatism which is widespread in them. The common feature for all the above enumerated structures is their developments above Benioff zones. They are confined to deep fractures articulating blocks with different basement structures type and thickness of Earth crust. Exstensive development of calc-alkaline series with subordinate tholeitic and alkaline magmatic rocks, absence of ophiolites, transversal magmatism zoning and non-uniformity of the structure along the strike are characteristic features.

Thickness of the Earth crust and sizes of plutonic rocks rise, low-potassium tholeitic series disappear, the role of calc-alcaline rocks increases from island arcs towards orogenic belts. Initial basaltic magmas of all volcanic associations of belts conjugated with Benioff zones differ from mantle ones by their abundance of aluminium and other lithophyle elements, and small amounts of magnesium, chromium, nicel and titanium. This is explained by their isolation and development when drawing the basic layer of the Earth crust into magmaformation under conditions of relatively high fuid pressure. This basic layer is the predominent magma-forming substratum for calc-alkaline series, and further development of magmas is carried out by interaction with higher levels of the Earth crust as a magmatic substitution. Increase in the volumes of intermediate-acid magmatic rocks in orogenic zones laid on the thicker continental Earth crust is bound up with its intensive processing in these structures. Isolation of the initial magmas takes place above a Benioff zone which as a supplier of fluids determines the specific character of the conjugate magmatism. Fluids carry out intensive heat-masstransfer, define the presence of positive thermoanomalies under volcanic belts and thus the rise of magmaformation levels.

ФРОЛОВА Т.И., Московский государственный университет, геолфак, г.Москва, СССР

МАГМАТИЧЕСКИЕ АССОЦИАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ОСТРОВНЫХ ДУГ И ОРОГЕННЫХ ПОЯСОВ КОНТИНЕНТОВ

Сравнительное изучение магматических ассоциаций островных дуг, активных континентальных окраин и орогенных поясов континентов проливает свет на генезис широко в них распространенного среднекислого магматизма. Общим для всех перечисленных структур является их развитие над зонами Беньофа. Они приурочены к глубоким разломам, сочленяющим блоки с различным строением фундамента, типом или мощностью земной коры. Для них характерны: широкое развитие известково-щелочных серий при подчиненной роли толеитовых и щелочных магматических пород, отсутствие офиолитов, поперечная зональность магматизма и неоднородность строения по простиранию. От островных дуг к орогенным поясам увеличиваются мощность коры, объемы плутонических пород, исчезают низкокалиевые толеитовые серии и возрастает роль известково-щелочных.
Исходные базальтовые магмы всех вулканических ассоциаций поясов, сопряженных с зонами Беньофа, отличаются от мантийных обилием алюминия и других литофильных элементов при низких содержаниях магния, хрома, никеля и титана, что объясняется их обособлением и эволюцией при во-

влечении в магмообразование базитового слоя земной коры в условиях относительно высокого флюидного давления. Для известково-щелочных серий базитовый слой является преобладающим магмообразующим субстратом, а дальнейшая эволюция магм осуществляется путем взаимодействия с более высокими горизонтами земной коры по типу магматического замещения. Возрастание объемов среднекислых магматических пород в орогенных поясах, заложенных на более мощной континентальной коре, связано с интенсивной переработкой ее в этих структурах. Обособление исходных магм имеет место выше зоны Беньофа, которая как поставщик флюидов определяет специфику сопряженного магматизма. Флюиды осуществляют интенсивный тепломассоперенос, обуславливают наличие положительных термоаномалий под вулканическими поясами и соответственно подъем уровней магмообразования.

GALAKHOV A.V., Geological Institute of the Kola Branch of the USSR Academy of Sciences, Apatity, USSR

FORMATION OF LAYERED INTRUSIONS OF THE KHIBINY ALKALINE MASSIF

Among alkaline massifs of the world the Khibiny massif is singled out by its size (1327 km^2), inner structure, variety of composing it rocks, unique apatite deposits. It is confined to the deep fault of the Baltic Shield eastern part, which reaches the Mokho surface, and is represented by a multiphase central intrusion of juvenile nepheline-syenite magma which emerged in the mantle. The massif is composed by a series of cone (funnel-shaped)layered instrusions inserted one into another. Layering is most distinct in instructions of ristschorrites - ijolite-urtite - apatite-nepheline rocks and trachytoid khibinites. The petrological investigations performed allowed to work out a scheme of mechanism of intrusions layering, to find the source of oregenic substance of the Khibiny magmatic deposits. The inner structure, the composition of the Khibiny massif intrusions are the consequence of the multistage gravitational differentiation, each following stage of which caused by the change of place and conditions of magmatic melt existence, by the form of the presence of chemical elements in it, was superimposed on the results of the previous stages differentiation and led to a higher degree of magma layering. The formation of various rocks and ores is caused by alkaline magma evolution in a mantle source, precrystallization and before-crystallization magmatic differentiation in the magmatic channel and intermediate magmatic hearth, by crystallizational differentiation in the intrusive chamber. Magmatic differentiation is of paramount importance in intrusion layering. Its results were superimposed by crystallization differentiation processes which changed it and completed the intrusion layering.

ГАЛАХОВ А.В., Геологический ин-т Кольского филиала Академии наук СССР, г.Апатиты, СССР

ФОРМИРОВАНИЕ РАССЛОЕННЫХ ИНТРУЗИЙ ХИБИНСКОГО ЩЕЛОЧНОГО МАССИВА

Среди щелочных массивов мира Хибинский массив выделяется размером (1327 км^2), внутренним строением, разнообразием слагающих его пород, уникальными месторождениями апатита. Он приурочен к глубинному, доходящему до поверхности Мохо, разлому восточной части Балтийского щита и представлен многофазной центральной интрузией ювениальной нефелин-сиенитовой магмы, возникшей в мантии. Массив образован серией вложенных друг в друга конических (воронкообразных) расслоенных интрузий. Среди них расслоенность наиболее четко выражена в интрузиях рисчорритов - ийолит-уртитов - апатито-нефелиновых пород и трахитоидных хибинитов. Выполненные петрологические исследования позволили разработать схему механизма расслоения интрузий, определить источник рудогенного вещества магматических месторождений Хибин. Внутреннее строение, состав интрузий Хибинского массива являются следствием многостадийной гравитационной дифференциации, каждый последующий этап которой, вызванный сменой места и условий существования магматического расплава, формой нахождения в нем химических элементов, накладывался на результаты дифференциации предыдущих этапов и приводил к более высокой степени расслоения магмы. Возникновение разнообразных пород и руд обусловлено эволюцией щелочной магмы в мантийном источнике, докристаллизационной и предкристаллизационной магматической дифференциацией в магматическом канале и промежуточном магматическом очаге, кристаллизационной дифференциацией в интрузивной камере. В расслоении интрузий первостепенная роль принадлежит магматической дифференциации, на результаты которой наложились сменившие ее процессы кристаллизационной дифференциации, завершившие расслоение интрузий.

ГЭРЭЛ О., БАЛЖИННЯМ В., Политехнический ин-т, геолфак, г.Улан-Батор, МНР

ПЕТРОЛОГИЯ И РУДОНОСНОСТЬ РЕДКОМЕТАЛЬНЫХ ГРАНИТОВ (НА ПРИМЕРЕ ЖАНЧИВЛАНСКОГО МАССИВА, ВОСТОЧНАЯ МОНГОЛИЯ)

Жанчивланский массив редкометальных гранитов может служить моделью рудоносных гранитных массивов с многоэтапным проявлением магматизма и сопутствующей минерализацией. Массив имеет сложное внутреннее строение, сложен гранитами трех главных фаз, относимых к стандартному и литий-фтористому геохимическим типам (Коваленко и др., 1971). Значительная степень дифференцированности подтверждается структурной при-

уроченностью отдельных фаз, их вещественной спецификой: характерными парагенезисами минералов (I фаза - КПШ+ПЛГ+КВ+БИ+АМФ, II фаза - ПЛГ+ +КПШ+КВ+БИ+МУСК, III фаза - ПЛГ+КПШ+КВ+БИ+ТОП), вариациями составов слюд и калишпатов, полимодальным неоднородным характером распределения элементов в гранитах различных фаз, уровнями содержаний редких элементов с четко выраженной тенденцией накопления лития, рубидия, бериллия, олова и фтора в поздних дифференциатах, а также своеобразием постмагматических процессов и оруденения. Наиболее продуктивные и перспективные рудные объекты размещены в региональных рудоконтролирующих зонах повышенной магматической проницаемости в основном северо-восточного и северо-западного направлений, по которым происходили внедрение магматических расплавов гранитоидного состава, мобилизация и концентрация олова, вольфрама и редких элементов, что и предопределило продуктивное рудообразование. С резкопорфировидными гранитами первой фазы связаны многочисленные тела хрусталеносных камерных пегматитов с равномерно-зернистыми двуслюдяными гранитами второй фазы - грейзены с вольфрамитом и касситеритом кварцево-жильного типа, которые в связи со значительной эродированностью массива дают богатые россыпные месторождения олова. С аляскитами третьей фазы, как показали геохимическая съемка и кристалломорфологическое изучение касситерита, могут быть связаны рудопроявления касситерит-сульфидно-силикатной формации, что повышает перспективы массива на олово. С альбит-лепидолитовыми гранитами литий фтористого геохимического типа связана минерализация тантала и ниобия.

GERINGER G.J. and BOTHA B.J.V., University of the Orange Free State, Bloemfontein, Republic of South Africa

AMPHIBOLITES AS INDICATORS OF PROTEROZOIC SUBDUCTION AND CALC-ALKALINE VOLCANISM ALONG THE EASTERN MARGIN OF THE NAMAQUA MOBILE BELT, SOUTH AFRICA

A Proterozoic (1 200 to 1 400 Ma.) amphibolite belt, called the Jannelsepan Group, is present along the eastern margin of the Namaqua mobile belt, which is located in the north-western part of the Cape Province, South Africa.

The amphibolites form part of a volcano-sedimentary succession and is intimately associated with quartzo-feldspathic gneiss, calc-silicate rock, metapelitic garnetiferous gneiss and banded iron formation. Relict amygdaloidal textures illustrate the meta-volcanic origin of a number of amphibolites.

Chemically the amphibolite closely resemble low potassium tholeiite and high alumina calc-alkaline basalt, andesitic basalt and basaltic andesite of island arc and active continental margin environments. Chemical relationships are illustrated.

The presence of such calc-alkaline amphibolites along the eastern margin of the metamorphic belt is explained in terms of plate tectonics. A model, which invokes subduction of an eastward migrating slab underneath the relatively stable Kaapvaal craton is proposed for the eastern margin of the Namaqua mobile belt.

GLASUNOV O.M., A.P.Vinogradov Institute of Geochemistry of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Irkutsk, USSR

THE HYPERBASITE TYPES AND ESTIMATION OF THEIR OREBEARING

The geochemical typification of hyperbasites helps answer questions of genesis and assess potential orebearing based on statistical data. Characterizing separate types goes not only with rock trace-element composition but also with minerals of deep paragenesis disclosing so the composition and evolution of the initial mantle substratum. Determined are informative indicators of the magmatic ore process (Cr/Ti, Cr/V), coordination Al, isomorphism scheme Mg, Al, Si, Fe in enstatite depending on pressure, shift character of the ion bond Mo-O in olivine upon X-ray data and also the imposed metasomatism process (Rb/Sr; K/Rb; Sr^{87}/Sr^{86}).

The heterogeneous composition of hyperbasites and the distribution of ore components (Cr, Pt, Ni, Au) does not only depend on the degree of partial melting and fractioning of melt but also on the geodynamic regime of the massif standing.

In folded regions there is a regular shift with time of the ultrabasic magmatism style from the areal in Archean - early Proterozoic to a local-crack in the next stages. And along with rejuvenation grows the chromitebearing of hyperbasites.

Perspective massifs can be rather reliably determined by the entropy function. Significant for deciding orebearing massifs are concentrations and dispersions of Mg, Cr in ores and unaltered rocks and low levels of Ti at a reverse ratio of Cr and Ti, etc.

Ancient hyperbasites, holding komatites compositionally close to peridotites from xenolith in kimberlites, do form near the melting source and are perspective of Ni, Pt and diamonds.

A various tectonic and age occurrence of hyperbasites answer the thesis of their strong confinement to trough zones and the diapiric model in the negative.

ГЛАЗУНОВ О.М., Институт геохимии им. А.П.Виноградова СО Академии наук СССР, г. Иркутск, СССР

ТИПЫ ГИПЕРБАЗИТОВ И СИСТЕМА ОЦЕНКИ ИХ РУДОНОСНОСТИ

Изучение гипербазитов на основе геохимической типизации полнее раскрывает вопросы их генезиса, позволяет дать систему оценки потенциальной рудоносности, основанную на статистических данных. При выделении отдельных типов гипербазитов учитываются особенности редкоэлементного состава не только пород, но и минералов наиболее глубинных парагенезисов, что дает возможность составить представление о составе и эволюции изначального мантийного субстрата. Определены наиболее информативные индикаторы собственно магматического рудного процесса (Cr/Ti , Cr/V) , координация Al , схема изоморфизма Mg ,Si⇄Al, Fe в энстатите в зависимости от давления, характер сдвига ионной связи Mg – O в оливине по рентгеновским данным, а также наложенного процесса метасоматоза (Rb/Sr , K/Rb , Sr^{87}/Sr^{86}).

Гетерогенность состава гипербазитов и распределение в них рудной составляющей (Cr ,Pt , Ni , Au) зависят не только от степени частичного плавления и фракционирования расплава, но и от геодинамического режима становления массива.

В складчатых областях наблюдается закономерная смена во времени стиля ультраосновного магматизма от ареального в архее – раннем протерозое к трещино-локальному в последующие этапы. При этом по мере омоложения возрастает хромитоносность гипербазитов. Используя функцию энтропии можно с достаточной надежностью выделять перспективные массивы. Значимыми при выделении рудоносных массивов являются концентрации и дисперсии Mg , Cr в рудах и неизмененных породах, низкие уровни Ti при обратном соотношении Cr и Ti и т.д.

Древнейшие гипербазиты, содержащие в своем составе коматииты и по составу приближающиеся к перидотитам из ксенолитов в кимберлитах, формируются близко от источника плавления и оказываются перспективными на Ni ,Pt и алмазы.

Разное тектоническое и возрастное проявление гипербазитов отрицает тезис о строгой приуроченности их к троговым зонам и только диапировой модели внедрения.

GOPALAN K and TRIVEDI J.R, Physical Research Laboratory, Ahmedabad and VALDIYA K.S, Geology Department, Kumaun University, Nainital, India

RB-SR GEOCHRONOLOGY OF GRANITIC COMPONENTS OF THE LESSER HIMALAYAN NAPPES, KUMAUN, INDIA

The Lesser Himalaya in Kumaun delimited by the Main Central (Vaikrita) Thrust from the Great Himalaya in the north and the Main Boundary Thrust from the Siwaliks in the south, is built up of a succession of three nappes overriding the autochthonous Precambrian sedimentary sequences exposed in the inner Lesser Himalaya; the sedimentary Krol Nappe, the epimetamorphic Ramgarh Nappe and the mesometamorphic Almora Nappe at the top. A chain of isolated klippen in the inner Lesser Himalaya presumably links the Almora Nappe with the Munsiari Formation of highly deformed rocks at the base of the Great Himalaya. Rb-Sr analyses of granitic components of the Ramgarh and Almora Nappes and the crystalline klippen yield two relatively coherent age clusters around 1800 and 550 Ma, respectively. The older age corresponds to the porphyritic granites from the Ramgarh unit and the augen gneisses from the basalt parts of the Almora Nappe and the klippen, whereas the younger age is restricted to the massive Champawat Granodiorite and Almora Granite emplaced in the upper part of the Almora Nappe. The interpretation of these results in terms of the mutual relation between the stratigraphic, tectonic, metamorphic and magmatic histories of the different belts will be discussed.

GREW EDWARD S., Inst. für Mineralogie, Ruhr-Universität, Bochum, F R G

SAPPHIRINE GRANULITES IN SPACE AND TIME - A COMPARISON OF EAST ANTARCTICA AND SOUTH INDIA

In some reconstructions of Gondwanaland, coastal East Antarctica between 30 and 80°E and the Bay of Bengal coast of India are juxtaposed. Bedrock exposures in both areas are largely Precambrian granulite facies rocks in which sapphirine occurs widely in a variety of parageneses. In Antarctica, sapphirine occurs in an enclave in Proterozoic charnockite (1000 Myr emplacement age) at Mawson Station (63°E), in the Archean Napier complex (metamorphic age - 2500 Myr) of Enderby Land (48-55°E) and in Proterozoic (?) ($\geqslant$ 1500 Myr) granulites in the Schirmacher Hills (12°E). In India,

sapphirine occurs at 13 localities between 10 and 18°N latitude in the Eastern Ghats belt and at one near Sargur (Karnataka). Much of the Indian sapphirine probably developed during events 2500-2600 Myr ago; a portion may have formed in the Late Proterozoic. Critical assemblages characteristic of Antarctica and India include sapphirine-quartz, which is extensively developed in Enderby Land and is found at Paderu, NE Andhra Pradesh. Osumilite accompanies sapphirine in Enderby Land and a symplectitic K-feldspar-cordierite-quartz intergrowth in the Paderu rocks may be derived from osumilite. Texturally complex rocks containing sapphirine, sillimanite, and orthopyroxene (and garnet or quartz in some cases) are widespread in Enderby Land and northeastern Andhra Pradesh but are rare in Tamil Nadu. Metamorphic conditions of 800-900°C and 7-10 kbar are estimated for the sapphirine-quartz rocks in Enderby Land and Andhra Pradesh, but in other areas, sapphirine formed at lower temperatures (down to 700°C) or lower pressures (down to 6 kbar). Available geochronologic data and pressure-temperature estimates indicate that metamorphic conditions during a given event varied from one part of a sapphirine-bearing terrain to another and that physicochemical conditions conducive to sapphirine development were attained at several different times during the Precambrian on both continents.

GWALANI L.G., Dept. of Geology, K.J. Somaiya College of Science, Bombay Univ., Vidya Vihar, Bombay, India

PETROLOGY OF CARBONATITES OF PADVANI AND SURROUNDING AREAS, CHHOTA UDAIPUR, GUJARAT, INDIA

The Padvani area is adjacent to the well known Amba Dongar carbonatite alkaline complex. The area exposes the Deccan Trap geology with inliers of the Cretaceous Bagh sandstones and limestones formed owing to faulting and erosion. The sandstones in the upper horizons have been affected by carbonatite-alkalic fluids. The forceful injection of the fluids at the contact of the sandstone with the overlaying basalt has resulted in the formation of carbonatite-breccia carrying fragments of sandstone, basalt and metamorphics in a carbonatite matrix. The proportion of the fragments to matrix is highly variable, with pockets of pure sovite not uncommon. Under the microscope the carbonatite-breccia, in addition to the fragments, contains quartz, feldspar, aegirine-augite, apatite, melanite, pyrochlore, phlogopite, sphene, hematite and magnetite in a carbo-

natite matrix comprising mainly calcite and ankerite. The sovite pockets in the breccia are mineralogically very similar to the matrix of carbonatite-breccia. Calcite, ankerite, siderite, aegirine-augite, phlogopite, apatite pyrochlore, hematite and magnetite characterise the sovite carbonatite. Analytical data of carbonatite-breccia and sovite shows the enrichment of Nb, Ce, P, La, Sr, and Ba. The paper incorporates the mineralogical, petrographical and trace element studies of the carbonatites of Padvani and surrounding areas. The carbonatites are genetically related to the main eruptive focus of Amba Dongar carbonatite alkaline complex.

HALDAR D., Geological Survey of India, Calcutta, India

ANDAMAN-NICOBAR OPHIOLITE COMPLEX: PETROLOGY AND EMPLACEMENT HISTORY

The Andaman-Nicobar ophiolite complex forms a part of the belt commencing from Nagaland-Manipur and Burmese Arakan Yoma in the north and extending beyond the Mentawai island in Sumatra to the south-east. It is intrusive into pre-Mesozoic metasediments and successively overlain by psamopelitic to calcareous marine sediments and basaltic pillow lavas of late Cretaceous age; and are subsequently blanketted by Tertiary sediments. The complex could be subdivided into three broad assemblages (Older to Younger): (i) ultramafic, (ii) mafic and (iii) acidic. The ultramafic assemblage representing the bulk of the complex comprises serpentinized harzburgite with minor dunite and chromitite seldom forming compositional layering with penecontemporaneous deformation structures and displaying a modified cumulate fabric. Chromite is characterized by layered, nodular, orbicular and occluded clot textures. The mafic rocks are cumulates of gabbro, anorthosite, troctolite, orthopyroxenite, lherzolite and dunite. The acidic assemblage includes hornblendite, diorite, plagiogranite, albite-granite, granophyre and felsite; rhythmic banding is conspicuous among diorite, bornblendite and plagiogranite. There exists a spatial and temporal continuity from ultramafic to acidic assemblages; and differentiation in comparatively placid magma chambers is indicated by frequent rhythmic layering. The petrological and chemical features, nature of emplacement and tectonic milieu suggest this ophiolite complex to be significantly different from "Ophiolites" sensu stricto.

HARDEE H.C., Sandia National Laboratories, Albuquerque, New Mexico, USA

REPETITIVE MAGMA INTRUSION RATES AS AN INDICATION OF SHALLOW MAGMA SOURCES IN THE WESTERN U S

An analytical solution for repetitive magma intrusions was developed to study the flow of magma in conduits. This solution leads to a critical intrusion parameter which determines whether or not the conduit will remain partially molten and open between successive intrusions. The critical parameter is a strong function of the volume rate of intrusion, and to a lesser extent, a function of the number of previous intrusive pulses through the conduit. Below the critical intrusion value, intrusions tend to proceed by a fracturing process. Above the critical intrusion value, intrusions can easily propagate through the hot, partially molten,debris left by the previous intrusions in the conduit. Data for the Kilauea East Rift Zone agrees well with the analytical model, and data from other sites in the western U S tend to support the model. The model is useful in locating shallow molten magma bodies and conduit for scientific experiments and for energy extraction purposes.

HARLEY SIMON, Oxford University, Oxford, England

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF GARNET-ORTHOPYROXENE EQUILIBRIA IN THE SYSTEMS FeO-MgO-Al_2O_3 AND CaO-FeO-MgO-Al_2O_3-SiO_2, AND APPLICATIONS TO GRANULITES AND GARNET PERIDOTITES

The pressure-temperature-compositional (P-T-X) dependence of the solubility of Al_2O_3 in orthopyroxene coexisting with garnet has been experimentally determined in the P-T range 5-30 kilobars and 800-1200°C in the system FeO-MgO-Al_2O_3-SiO_2 (FMAS). These results have been extended into the CaO-FeO-MgO-Al_2O_3-SiO_2 (CFMAS) system in a further set of experiments designed to determine the effect of the calcium content of garnet on the Al_2O_3 contents of coexisting orthopyroxene at near-constant Mg/Mg+Fe. The experimental data allow the development of a garnet-orthopyroxene geobarometer applicable in FMAS and CFMAS, and have enabled calibration of the P-T-X dependence of Fe-Mg exchange between garnet and orthopyroxene as a geothermometer. Starting materials were mainly glasses of differing Mg/Mg+Fe or Ca/Ca+Mg+Fe values, seeded with garnet and orthopyroxene of known composition, but mineral mixes were also used to demonstrate reversible equilibrium. Experiments were performed in a piston cylinder apparatus using a talc/pyrex medium. Measured

orthopyroxene and corrected garnet compositions have been fitted by multiple and stepwise regression techniques to equilibrium relations in the FMAS system, yielding best-fit, model-dependent parameters. Data from CFMAS experiments were fitted to expanded equilibrium relations to give estimates of the term W^{ga}_{CaMg}, using the other parametric values already obtained in FMAS. The geobarometer and geothermometer are applied to both pelitic and metabasic granulites, and to garnet periodotite and garnet pyroxenite assemblages found as xenoliths in diatremes or in peridotite massifs.

HARLEY SIMON, Oxford University, Oxford, England

ORTHOPYROXENE-SILLIMANITE GRANULITES FROM WESTERN ENDERBY LAND, ANTARCTICA: P-T CONDITIONS OF FORMATION AND ARCHAEAN P-T-TIME PATHS

Orthopyroxene and sillimanite coexist in a range of quartz-bearing and silica-undersaturated parageneses in aluminous pelites from Archaean (3100-2500 Ma) granulites in western Enderby Land, Antarctica. Orthopyroxenes zone rimwards from alumina contents of 11-12 wt% to only 6-8 wt%. Cores are less magnesian (82-75) than rims (84-77). Garnet, which coexists with orthopyroxene and sillimanite in some primary metamorphic assemblages, may also form as recrystallized grains on orthopyroxene. Garnet, which is very low in grossular component ($\leq$ 2 mol%), zones to more Fe-rich compositions rimwards (cores Mg 56-52, rims 52-50). In some quartz-bearing samples, two generations of orthopyroxene and sillimanite occur, the second generation consisting of aggregates of these phases with granular garnet. This feature reflects the expansion of the ga-opx-sill 3-phase field with decreasing T, caused by movement of orthopyroxene to more magnesian and less aluminous compositions. Samples containing sapphirine coexisting with orthopyroxene and sillimanite also occur, and often show the formation of garnet+sapphirine at the expense of orthopyroxene and sillimanite in secondary assemblages and coronas. Application of published geobarometers, geothermometers, and experimentally constrained topologic relations to these rocks indicates that the primary orthopyroxene-sillimanite ($\pm$ garnet) assemblages formed at 900-980°C and 7-9 kilobars, while recrystallized grains and rims reequilibrated at 800-840°C and 5-6.5 kilobars. The data support a near-isobaric Archaean cooling path for the western Enderby Land granulite province.

ROGER HEKINIAN, YVES FOUQUET and DANIEL BIDEAU
Département Géologie, Géochimie, Géophysique Marines du Centre Océanologique de Bretagne, BREST CEDEX, FRANCE

VOLCANISM AND HYDROTHERMALISM OF AXIAL AND OFF-AXIS REGIONS OF THE EAST PACIFIC RISE AT 12°50' N

A fast spreading segment (12 cm yr^{-1}) of the East Pacific Rise near 12°50' N was explored in detail by surface ships and a manned submersible. This study revealed the existence of intense hydrothermal activity. The rise crest (regional depth of 2600 m) is occupied at its center by a linear depression about 40 m deep and less than 600 m wide. This central graben contains more than 80 hydrothermal fields of which 24 are still active along a 20 km long segment. Deposits made up of Zn, Cu and Fe sulfides and anhydrite were formed rapidly, in less than 100 years, and have an estimated mass of less than 30 000 tons. The most extensive deposits (estimated to be about 10 fold that of the axial graben) consisting of ochreous Fe-oxides and massive Fe-sulfides occur on an off-axis seamount. The volcanics associated with the hydrothermal material consist of relatively unfractionated tholeiites found in the axial graben and more fractionated basalts and alkali-bearing basalts found on off-axis structures. Shallow depth crystal fractionation and magma mixing processes are invoked to explain the heterogeneity of the volcanics. Low grade metamorphased basalts (chlorite, smectite and sulfide assemblages) were found for the first time associated with the hydrothermal deposits along the E.P.R. at age-zero. Those rocks have been altered by the circulation of hot fluids.

HIEMSTRA S.A., Council for Mineral Technology, Republic of South Africa

THE EMPLACEMENT OF THE MERENSKY- AND UG2-REEFS

In the UG2-Reef the concentrations of platinum-group elements, nickel, and copper are often found to follow an exponential curve when plotted against height above the base of the reef. The curve is expressed by an equation of the type

$$X = ZJ^{k}$$

where X equals the concentration of the element in samples taken at a distance J from the base of the layer. This equation is similar to the Rayleigh equation for fractionation, which can be expressed as

$$C_r = DC_o F^{(D-1)}$$

where C is the concentration of the element in the crystallizing rock when a fraction F of the magma is still in fluid condition, C_o is the concentration of the element in the original magma, and D is the bulk distribution coefficient between the crystallized rock and the magma.

As the grain sizes of the platinum-group minerals and the sulphide often found associated with them are so small that in no way can their positions be explained by gravity settling, it is suggested that they represent bottom crystallization after or during the emplacement of a new heave of magma.

In the Merensky Reef, surprisingly, the platinum distribution patterns at present available are more consistent with top crystallization.

ХОАНГ ТХАНЬ, ЧАН КУОК ХУНГ, НГО ТХИ ФЬОНГ, Ин-т наук о Земле, НЦНИ, СРВ

ГАББРО-ПИРОКСЕНИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ РАЙОНЕ ВЬЕТНАМА

Ультраосновные и основные породы северо-востока Вьетнама в разное время изучались многими геологами при составлении геологических карт крупного и среднего масштабов. Встречались только немногие работы, касающиеся вещественного состава этих пород. На основании метода формационного анализа по Ю.А.Кузнецову (1964) литературных данных и собственных материалов авторы пытались всесторонне исследовать существующие ассоциации пород и сгруппировать их в отдельные магматические формации. Ниже приводятся основные результаты петрографического и петрохимического изучений габбро-пироксенитовой формации в северо-восточном районе страны. I. Массив Нуй Чуа (Нгуен Ван Тьен, 1965) и некоторые тела, распространенные вдоль зоны Сонг Хьен (Довжиков, 1965), обоснованно отнесены нами к габбро-пироксенитовой формации. 2. Породы данной формации обладают разнообразным и сложным петрографическим составом и, по-видимому, формировались при кристаллизационной дифференциации магмы в камере. Они образуют переходного характера естественные ряды, составляемые из габбро-пироксенита, оливинового габбро, габбро, оливинового габбро-норита, габбро-диорита и диорита. 3. Состав первичной магмы близок к толеитовому типу. Дифференциация в ней происходит по Феннеровскому направлению. При этом вначале магний играет существенную роль, а затем роль железа повышается. Таким путем была образована здесь высокая минерализация титаномагнетита и ильменита, приуроченная непосредственно к поздним дифференциатам.

HOU SHIJUN, SHI ZHANYI, PAN GUANG, YOUNG XING, PENG LIGUI, LI JINMING, Xian Inst. of Geol. and Mineral. Resources Xian, China

ULTRABASIC MYLONITE IN TANGBALE, NORTHWESTERN XINJIANG

The rockbody is located at the region of the West Jungger Xinjiang, China and occurs in the Variscian fold belt. The rockbody chiefly consists of the serpentinied harzburgitic mylonites, containing many dunitic and perdottec structural enclosures. Latter, according to the degree of development of olivine recrystallization and of the experimental petrology of enstatites changing into clino-entatites, it is supposed that the condition of the temperature and pressure during the deformation is: T=850 - 1100°C, P=5 - 20 Kb. It belongs to dynamo-metamorphic rocks of the upper mantle. However,

on the basis of the steady condition of the serpentines, the low level limitations of the temperature and pressure condition during the deformations of the serpentines are: T=500°C, P=3Kb. It may be assigned to dynamo-metamorphic rocks of the crustal conditions. In conclusion, the ultrabasic mylonites are dispersed in the turning corner of Darbut deep rift. It was moved by the shear stress (mainly from oceanic crust spreading). As a part of ophiolite unit they were nappered on to the crust.

HU SHOUXI, CAO XIAOYUN, YAN ZHENGFU, OUYANG ZHONGHUI, Department of Geology, Hanjing University, China

THE RELATIONSHIP BETWEEN H-Na-K METASOMATIC ALTERATION AND Li-Nb-Ta MINERALIZATION OF THE GRANITE No. 414 IN SOUTH CHINA

The Li-Nb-Ta-bearing granite No. 414 is located on the top of the Yanshanian multiple-staged granitic body on the nothern edge of the multiple-aged (Caledonian, Indosinian and Yanshannian) Wugongshan granite-migmatite dome. The said granitic body bears evidence of wide and intense metasomatic alterations which show obviously zonation.

The formation and evolution of this metasomatic alteration sequence and zonation depends on a number of factors, such as temperature, a_K/a_H, a_{Na}/a_H, pH, and the separation of acid from alkali, of potash from sodium, of solvent from solution etc. in the ore-forming solution during the metasomatic processes. The compositions and types of Li-bearing micas are closely related to the altered zones. The ratios of the rare granophile element-pairs, such as Ta/Nb, Hf/Zr, HREE/LREE, Rb_2O/K_2O, Li_2O/K_2O, Na/K etc. vary regulary with different metasomatic zone. Therefore, the mineralogical compositions and mineral parageneses vary with the changes of the ratios of element-pairs. The contents of tungsten, fluorine, and rare alkaline elements in the different alteration zones decrease with depth which show obviously that these elements are easy to mobilize and micas are the "carrier" for Li, Rb, Cs. Because the ratio of Ta/Nb gradually increases from the lower parts to the upper parts, the composition of the Nb-Ta mineral changes regularly as follows: niobite--niobite-tantalite tantalite--microlite.

HUSSEIN I.M.[1,2], KRÖNER A.[1] and DÜRR St.[2]

[1]Institut für Geowissenschaften, Universität Mainz, Saarstr. 21, 6500 Mainz, FRG
[2]Geological and Mineral Resources Dept., Red Sea Hills Office, P.O. Box 573, Port Sudan, Democratic Republic of the Sudan

THE WADI ONIB MAFIC-ULTRAMAFIC COMPLEX OF THE NORTHERN RED SEA HILLS, SUDAN: A DISMEMBERED PAN-AFRICAN OPHIOLITE

The Wadi Onib complex is situated some 450 km to the northwest of Port Sudan and is interpreted as a late Precambrian ophiolite that was tectonically dismembered and emplaced into its present position during Pan-African deformation and the formation of the Arabian-Nubian shield.

The ultramafic portion of the ophiolite (2-3 km thick) is well developed and exceptionally well preserved. It consists of layered peridotite (mainly lherzolite), pyroxenite (locally spinel-bearing), as well as serpentinized dunite and harzburgite. Where strongly tectonized, the ultramafic rocks are frequently carbonated and/or silicified, especially along shear zones. Whole-rock major element data indicate that the ultramafic rocks show the normal compositional range for ophiolites, but some spinel-bearing pyroxenites are slightly high in alumina.

The ultramafic unit passes upwards into a well layered gabboic horizon (ca. 3-5 km thick) through a transitional zone that consists of interlayered mafic and ultramafic rocks. The layering in the gabbros occurs at scales between several cm and metres, and graded bedding is common. At places small-scale isoclinal folds as well as a strongly developed planar fabric are interpreted to reflect early deformation, possibly related to the generation and spreading of the gabbroic layer in the ancient oceanic crust. The gabbroic rocks are cut by frequent doleritic dykes and by plagiogranite bodies.

Petrographic investigations revealed that the gabbroic rocks are invariably altered; the original pyroxene and plagioclase are now largely replaced by secondary amphiboles and saussurite, containing distinct plates or aggregates of blue zoisite. Preliminary chemical data show that the layered gabbroic rocks are similar to those in other ophiolite complexes of younger age.

Upwards in the original sequence the layered gabbroic horizon grades into a transitional zone of isotropic gabbro and doleritic dykes that, in Wadi Sudi, gradually becomes dominant to form a sheeted dyke complex (ca. 200-300 m thick). The sheeted dykes show chilled margins at places.

Pillow lavas containing pockets and lenses of chert and calcareous sediments were also observed. These occur as slices tectonically juxtaposed against the lower (ultramafic) unit of the ophiolite complex. Both the sheeted dyke complex and the pillow lavas exhibit secondary alteration in thin section. Their major element chemical composition, however, is comparable to that of tholeiitic basalts.

The Wadi Onib ophiolite complex is cut by numerous younger mafic and acid dykes and is in tectonic contact with deformed volcano-sedimentary rocks known as the Nafirdeib Group, that include a prominent stromatolite-bearing dolomite layer. These rocks are probably younger than the ophiolite complex, and the post-ophiolite dykes may belong to this sequence. Rare pebbles of ultramafic (ophiolitic) rocks in coarse clastic beds of the Nafirdeib suggest that at least part of this sequence has wild-flysch characteristics and was deposited during or after tectonic emplacement of the ophiolite nappe.

The overall tectonic setting of the Wadi Onib complex is broadly comparable to the Jebel Sol Hamed ophiolite, some 200 km to the northeast near the Red Sea coast. It is suggested here that the two ophiolites and other dismembered ophiolite-like mafic complexes in the Red Sea Hills mark one or several regional sutures of Pan-African age. Similar ophiolite complexes have been identified in Saudi Arabia and in the Eastern Desert of Egypt and are interpreted as obducted fragments of oceanic crust.

HYUNG SHIK KIM, S.Korea

PREHNITE - EPIDOTE EQUILIBLIA AND THEIR PETROLOGIC APPLICATIONS

Stability relations of prehnite and epidote were experimentally determined for bulk composition of $Ca_2Al_2FeSi_3O_{12}(OH)$ + excess H_2O using conventional hydrothermal apparatus and solid oxygen buffer techniques. Over a range of f_{O_2}, epidote was readily synthesized from starting material (I) at 500-550 C, 5-8 Kb P_{fluid}, run duration of 7 to 45 days, and prehnite grew at the expense of its high-T epidote assemblage at temperatures below 350°C, 2-8 kb, run duration of 20 to 50 days. Granite garnet was in some cases detected, especially in the synthetic run products at lower f_{O_2} values and at higher temperature with longer experiments. Microprobe analyses indicate that the $Fe^{3+}/(Fe^{3+}+Al)$ ratios of synthetic epidotes and prehnites vary as a function of f_{O_2} and temperature. Both epidote and prehnite are most iron-rich at 325°C and 2 kb, 353°C and 5 kb and 373°C and 8 kb and f_{O_2} of the HM buffer; they become more aluminous with decreasing f_{O_2} and with increasing temperature. Such change in composition is consistent with their variations in cell dimensions. Sliding equilibria involving phases with continuous change in composition apparently are common for low-grade metamorphism. The present results combined with previously determined relations for prehnite, zoisite, and epidote delineate a petrogenetic grid which is consistent with paragenesis and variation in Fe/Al ratios of coexisting prehnite and epidote in metabasites of the prehnite-pumpellyite and pumpellyite-actinolite facies and in altered rocks from many geothermal systems.

IGNATIEVA L.A., Institute of Lithosphere of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

SECONDARY TRANSFORMATIONS OF PILLOW-LAVAS OF THE JURASSIC OCEANIC BASINS OF THE GREAT CAUCASUS

Research results of the secondary transformation of basalts in present day oceans allow to consider the reconstruction of these processes in oceanic basins of geological past. We studied Aallenian-Bajocian pillow-lavas from different geostructures of oceanic basins: from deep troughs, where they are represented by weekly differenciated toleiitic series, close in their composition to basalts of middle-oceanic ridges; lavas of shallow seas island volcanos, characterized by higher degree of differenciation and alkali variations. The studies of different regions of pillows (center, va-

riolit, crust, inter-sphere space) proved that transformation of pillow-lava glass in deep troughs was accompanied by generation of chlorite-smectite minerals and correnites. In the outer crusts of pillow are characterized by high content of Kalium (from 3,0% upto 4,0%) while the content of this element in the center is only 0,06%-0,20%.Ratio K/Rb increases from the center to the crust. In the areas of higher Kalium concentration thin-disperced Kalium field spar of non-regulated sanidine-orthoclase type are diagnozed. Higher maximum content can be explained by a later albitization. For lavas of this zone low content of TR and prevailing of heavy lanthanoids over light ones is characteristic. TR composition changes fron the center to the crust, Ce content increasing. In the parts with higher K content EU goes up. The whole character of mineral and geochemical transformation of pillow-lavas proves, that in the process of halmyrolysis hydrothermal mineralized sollutions, circulating in the beds of troughs took place. Transformation of pillow lavas of shallow sea island volcanos had different character. Here aluminoferouse chlorites and vermiculites prevail. If the K content is even higher (2,0 - 4,0%) increase of percentage from the center to the crust is not noticed. In a number of cases Na content increases and ceolites of Na row originate.TR content within pillow does not change, cerium earths prevail. The research proved, that mineralized hydrothermal sollutions,which, mixing with sea waters change not only mineral, but chemical composition of rocks play a very important role in transformation of oceanic basalts.

ИГНАТЬЕВА Л.А., Ин-т литосферы Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ВТОРИЧНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПИЛЛОУ-ЛАВ ЮРСКОГО ОКЕАНИЧЕСКОГО БАССЕЙНА БОЛЬШОГО КАВКАЗА

Результаты изучения вторичных преобразований базальтов в современных океанах дают возможность подойти к реконструкции этих процессов в океанических бассейнах прошлого. Изучались пиллоу-лавы ааленбайоского возраста из различных геоструктурных зон океанического бассейна: из глубоководных прогибов, где они представлены слабодифференцированными сериями толеитов: близких по составу базальтам срединно-океанических хребтов и лав островных вулканов мелкого моря, характеризующихся бо́льшей степенью дифференцированности и вариациями щелочности. Проведенные исследования отдельных участков пиллоу (центр, вариолит, корка, межшаровое пространство) показали, что преобразование стекла пиллоу-лав в глубоководных прогибах проходило с образованием хлорит-смектитовых минералов и корренситов. Во внешних

корках пиллоу отмечаются высокие содержания калия от 3,0% до 4,0% при содержании этого элемента в центре 0,06%-0,20%. От центра к корке возрастает отношение K/Rb. В участках с повышенными концентрациями калия установлены тонкодисперсные калиевые полевые шпаты типа неупорядоченного санидина-ортоклаза. Повышенные содержания натрия объясняются более поздними процессами альбитизации. Для лав этой зоны установлены низкие содержания TR и преобладание тяжелых лантаноидов над легкими. Изменение состава TR в сторону увеличения церия происходит от центра к корке. В участках, обогащенных калием, происходит увеличение Eu. Весь характер минеральных и геохимических преобразований пиллоу-лав свидетельствует об участии в процессах гальмиролиза гидротермальных минерализованных растворов, циркулирующих на дне глубоководных прогибов. Преобразование пиллоу-лав островных вулканов мелкого моря имело иной характер. Здесь преобладают алюможелезистые хлориты и вермикулиты. Не отмечается изменение содержания калия от центра к корке при более высоком его содержании (2,0-4,0%). В ряде случаев отмечены увеличения содержания натрия и образование цеолитов натриевого ряда. Состав TR в пределах тел пиллоу не меняется, преобладают цериевые земли. Проведенные исследования показали, что в преобразовании океанических базальтов большую роль играют минерализованные гидротермальные растворы, которые, смешиваясь с морской водой, меняют не только минеральный, но и химический состав пород.

IRVINE T.N., Geophysical Laboratory, Carnegie Institution of Washington, Washington, USA

GRADED LAYERS IN THE DUKE ISLAND ULTRAMAFIC COMPLEX AND THE SKAERGAARD INTRUSION

Cumulate layers at Duke Island and Skaergaard feature remarkable similarities and differences. The Duke Island Complex is a composite Uralaskan ultramaphic intrusion, and its rocks are free of plagioclase, consisting essentially of augite and olivine. The principal layers are 10-40 cm thick. They are graded by grain size, coarse to fine upward, but also show modal sorting, because the olivine is generally finer grained. At Skaergaard, the rocks are gabbroic to ferrodioritic, with plagioclase dominant. Here, too, the common layers are 10-40 cm thick, but grading is by mineral density, mafic minerals to plagioclase upward. Grain-size grading is inconspicuous. In both cases, the layers are associated with cognate xenoliths ranging from small fragments to blocks more than 100 m on a side. At Duke Island, the blocks are ultramafic rock from an early part of the Complex; at Skaergaard, they are anortho-

sitic, from the upper border series. But associated layering structures are virtually identical. In both cases: (1) layers are deformed beneath blocks and show impact redeposition; (2) slump structures and local unconformities are common; (3) layers are thinner above blocks so their cover is soon smoothed; and (4) blocks and fragments are distributed in layers. At Duke Island, the layers were clearly deposited by magmatic density (crystal-liquid) currents, and at Skaergaard, a similar origin seems indicated, despite experimental evidence that plagioclase should have floated. The contrast of grading arises because the sorting was an inertial effect, rather than a purely gravitational (crystal setting) effect.

ISHBULATOV R.A., Institute of Experimental Mineralogy of the USSR Academy of Sciences, Chernogolovka, Moscow Region, USSR

EXPERIMENTAL STUDY ON THE ORIGIN OF BASALT MAGMAS IN MID-OCEANIC RIDGES

The key problem in the understanding of the origin of primary magmas from which mid-oceanic ridge basalts (MORB) formed is that of the orthopyroxene. Neither phenocrysts nor groundmass of oceanic basalts were found to contain any orthopyroxene. No orthopyroxene was detected in most $P \lesssim 9$ kb experiments with oceanic basalts. The topological analysis of the PT melting diagram based on the available experimental results showed that at low ($\lesssim 9$ kb) pressures basalt compositions have two types of olivine-bearing assemblages on the solidus: Ol+Pl+Cpx (B_1) and Ol+Pl+Cpx+Opx (B_2), much like the system Fo-An-Di-Q at 1 atm. Such assemblages, while having only minor chemical differences, take up entirely different evolution paths. Fractional crystallization of B_1 melts das not alter the phase compositions whereas B_2 compositions eventually produce quartz normative varieties. At $P \gtrsim 9$ kb Opx crystallized in the subliquidus area of B_1 as well as the result of the subsolidus reaction Ol+Pl = Cpx + Opx + Sp. The primary MORB magmas seem to belong to B_1 type. The two varieties of primary magmas, distinguished by L.V. Dmitriev and co-workers for the Mid-Atlantic ridge, must have resulted from the melting of plagioclase wehrlite at $P \lesssim 9$ kb (the middle portion of the ridge) and lherzolite at $\gtrsim 9$ kb (margins). Preliminary experimental results obtained for representative compositions support this inference. A model is advanced according to which the surface volcanism is a part in the long and multistage evolution of the upper mantle magmatism that brings about considerable changes in the chemistry of magma generating areas relative to the fertile mantle.

ИШБУЛАТОВ Р.А., Ин-т экспериментальной минералогии Академии наук СССР, Черноголовка Московской области, СССР

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБЛЕМ ПРОИСХОЖДЕНИЯ БАЗАЛЬТОВЫХ МАГМ СРЕДИННО-ОКЕАНИЧЕСКИХ ХРЕБТОВ

Ключевой проблемой при определении природы первичных магм базальтов срединно-океанических хребтов (БСОХ) является "ортопироксеновая проблема". Ортопироксен не встречается в океанских базальтах ни среди фенокристаллов, ни в основной массе. Не фиксируется ортопироксен в большинстве экспериментов (при $P<\sim 9$ кбар), проведенных с океанскими базальтами. С использованием известных экспериментальных данных проведен топологический анализ PT-диаграмм плавления базальтовых составов, который показал, что так же, как в системе фостерит-анортит-диопсид-кварц при I атм, при низких ($<\sim 9$ кбар) давлениях выделяются два типа оливинсодержащих ассоциаций солидуса: OI+PI+Cpx(B_I) и OI+PI+Cpx+Opx(B_2). Такие ассоциации могут незначительно отличаться по химическому составу, но характеризуются различными направлениями эволюции. Фракционная кристаллизация расплавов B_I не приводит к изменению фазового состава, тогда как составы B_2 дают кварц-нормативные разности. При $P>\sim 9$ кбар в субликвидусной области B_I также кристаллизуется Opx, образующийся в результате реакции OI+PI = Cpx+Opx$\pm$Sp. Вероятно, первичные магмы БСОХ относятся к типу B_I. Образование двух разновидностей первичных магм, выделенных Л.В.Дмитриевым с коллегами для Срединно-Атлантического хребта, вероятно, связано с плавлением плагиоклазового верлита при $P<\sim 9$ кбар (центральная часть хребта) и лерцолита при $P>\sim 9$ кбар (периферийные части). Предварительные результаты экспериментов с представительными составами подтверждают это заключение. Развивается модель, основой которой является представление о том, что фиксируемый на поверхности вулканизм является фрагментом многоэтапной и продолжительной эволюции магматизма верхней мантии, приводящей к значительному изменению химического состава магмогенерирующих областей по сравнению с неизмененной мантией.

IVANOV B.V., Institute of Volcanology of the Far East Scientific Center of the USSR Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, USSR

ANDESITE VOLCANISM OF KAMCHATKA

Recent andesite volcanism manifests itself under definite geodynamic conditions and is always confined to the active tectonic zones of continents and island arcs. Kamchatka is a classical region of andesite volcanism manifestation. The volume of andesites, erupted du-

ring the Quaternary period is about 2200 km^3, i.e. 12% of the total volume of the Quaternary effusives of Kamchatka. As the index of explosiveness of andesite volcanism E is always more than 80%, the volume of andesites in this region must be increased up to 20-25% owing to pyroclastics. Kamchatka andesites occupy intermediate position between calcic andesites of island arcs and calc-alkali ones of continental margins. They reveal these signs under definite structural conditions and are represented by three mineralogical variations: bipyroxene, amphibole-pyroxene and amphibole ones. Analysis of geological-geophysical data has shown that the areas of distribution of Kamchatka andesite volcanism are located in the zone of large gradients of change of the Earth crust thickness, are characterized by presence of crustal magmatic chambers and are connected with the angle of inclination of the Benioff zone. Experimental investigations of andesite melts crystallization and petrological-geophysical data allow to draw a conclusion that the zones of crustal chambers under andesite volcanoes that are established according to geophysical data at the depth of 10-20 km are not the areas of andesite melt generation during the melting of amphibolites or the areas of separation of andesite melts from basaltic magma. In crustal magmatic chambers formation of mineralogical types of andesites takes place, and here they acquire local geochemical peculiarities. The source of andesite magmas seems to be located more deeper, beyond the limits of the crust at the depth of 120-140 km. There exist common, constantly functioning mechanism of andesite magma generation, that manifests itself under definite physical-chemical and geodynamic conditions.

ИВАНОВ Б.В., Ин-т вулканологии ДВНЦ Академии наук СССР, г.Петропавловск-Камчатский, СССР

АНДЕЗИТОВЫЙ ВУЛКАНИЗМ КАМЧАТКИ

Современный андезитовый вулканизм проявляется в определенной геодинамической обстановке и всегда приурочен к тектонически активным зонам континентов и островным дугам. Камчатка является классическим регионом проявления андезитового вулканизма. Объем андезитов, извергнутых за четвертичный период, составляет примерно 2200 км^3, т.е. 12% от общего объема четвертичных эффузивов Камчатки. Поскольку индекс эксплозивности андезитового вулканизма E всегда больше 80%, за счет пирокластики объем андезитов региона должен быть увеличен до 20-25%. Андезиты Камчатки занимают промежуточное положение между известковистыми андезитами островных дуг и известково-щелочными андезитами окраин континентов, обнаруживая эти тенденции в определенных структурных обстановках, и представлены в основном тремя минералогиче-

скими разностями: двупироксеновыми, амфибол-пироксеновыми и амфиболовыми. Анализ геолого-геофизического материала показал, что области распространения андезитового вулканизма Камчатки располагаются в зоне больших градиентов изменения мощности земной коры, характеризуются присутствием коровых магматических очагов и обнаруживают связь с углом наклона зоны Беньофа. Проведенные экспериментальные исследования кристаллизации андезитовых расплавов, петролого-геофизические данные приводят к выводу, что зоны коровых очагов под андезитовыми вулканами, установленные по геофизическим данным на глубинах 10-20 км, не являются областью генерации андезитового расплава при плавлении амфиболитов или областью отделения андезитовых расплавов от базальтовых магм. В коровых магматических очагах происходит формирование минералогических типов андезитов, здесь же они приобретают локальные геохимические особенности. Источник андезитовых магм расположен, по-видимому, гораздо глубже, вне пределов коры на глубинах 120-140 км. Существует единый, постоянно действующий механизм андезитового магмообразования, проявляющийся в определенной физико-химической и геодинамической обстановках.

IVANOV O.N., North-Eastern Research Institute of the Far East Scientific Center of the USSR Academy of Sciences, Magadan, USSR

MAGMATIC PROCESSES EVOLUTION IN THE CONTINENT-TO-OCEAN TRANSITION ZONE IN THE NORTHWESTERN PERI-PACIFIC FRAMEWORK SECTOR

The Anadyr-Koryak fold system occurring in the northwestern segment of the Pacific Ring is a peculiar continent-to-ocean transition region. Its structure results from a combination of the upper Precambrian basement, different-age eugeosynclinal bends, insular arcs, lineaments and mantle tectonics. The peculiarity of the region is due to a system of linear short-living eugeosynclinal zones of repeated rejuvenation. Simultaneous to the Paleozoic (O_3-P_1) sedimentation was the development of a contrastic albitophyre-basalt tholeitic series, while during the Early Cretaceous a picrite-basalt tholeitic and a well-differentiated basaltic series (a combination of tholeitic and calc-alkali types) were formed. The Senonian was typified by a poorly-differentiated basaltic series of calc-alkaline type. Pyroclastic materials of basalt-andesite-dacite composition prevails in the insular arcs and uplifts. The different-age basaltic series are high-sodic. Different-age ophiolite belts are related in space and time to volcanogenic-siliceous rock sequences. The Paleozoic ophiolites are represented by a dunite-harzburgite formation, gabbros and plagiogranitoids. Of the greatest distribution are Early Cretaceous ophiolites

of the harzburgite gabbro-plagiogranitoid association. The latter is typified by the appearance of the dunite-pyroxenite-gabbro formation and greater scales of the granitoid magmatism. Late Cretaceous ophiolites are not known. During the Senonian a diorite-granodiorite-granite series of the K-Na row was formed. The magmatic processes terminated in the Neogene by the emplacement of volcanites of moderately felsic composition as well as younger dikes and stocks of alkaline basalts and orthophyres of the K-row. During the Neogene, in the continent-to-ocean transition region, potassium was progressively more important in the magmatic entities, with alkalis and potassium being more abundant oceasnwards (a reversed zonality).

ИВАНОВ О.Н., Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский ин-т ДВНЦ Академии наук СССР, г.Магадан, СССР

ЭВОЛЮЦИЯ МАГМАТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБЛАСТИ ПЕРЕХОДА ОТ КОНТИНЕНТА К ОКЕАНУ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ СЕКТОРЕ ПЕРИПАЦИФИЧЕСКОГО ОБРАМЛЕНИЯ

Анадырско-Корякская складчатая система в северо-западном сегменте Тихоокеанского кольца представляет уникальный регион перехода от континента к океану. Строение его обусловлено сочетанием верхнедокембрийского фундамента, разновозрастных эвгеосинклинальных прогибов, островных дуг, линеаментов и покровной тектоники. Специфика региона обусловлена системой линейных, коротко живущих эвгеосинклинальных зон многократной ревивации. Синхронно осадконакоплению в палеозое (O_3-P_I) формируется контрастная альбитофир-базальтовая толеитовая серия, в раннем мелу - пикрит-базальтовая толеитовая и хорошо дифференцированная - базальтовая серия, представляющая комбинацию толеитового и известково-щелочного типа. Сенон охарактеризован слабодифференцированной базальтовой серией известково-щелочного типа. В островных дугах и поднятиях доминирует пирокластический материал базальт-андезит-дацитового состава. Разновозрастные базальтовые серии - высоконатровые. Пространственно и во времени с вулканогенно-кремнистыми толщами сопряжены разновозрастные офиолитовые пояса. Палеозойские офиолиты представлены дунит-гарцбургитовой формацией, габбро и плагиогранитоидами. Наиболее масштабно проявлены раннемеловые офиолиты гарцбургит-габбро-плагиогранитоидной ассоциации. Последняя специфична появлением дунит-пироксенит-габбровой формации и возросшим объемом гранитоидного магматизма. Позднемеловые офиолиты не установлены. В позднем сеноне формируется диорит-гранодиорит-гранитная серия калий-натрового ряда. Завершаются магматические процессы в неогене вулканитами среднекислого состава и более молодыми дайками и штоками щелочных базальтов и ортофиров калиевого ряда. В неогене в области перехода

континент-океан увеличивается роль калия в магматических образованиях с возрастанием щелочей и калия в сторону океана (обратная зональность).

ИВАНОВ Р., Научно-исследовательский ин-т полезных ископаемых Комитета геологии НРБ, г.София, НРБ

ТЕКТОНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЗОНАЛЬНОСТИ МАГМАТИЗМА И ГЕОДИНАМИКА ВЕРТИКАЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ

Тектоно-геохимические зональности магматизма - один из глобальных феноменов геологии Земли. В магматических провинциях, весьма различных по составу магм и по своей тектонической позиции, выявлены систематические изменения состава серий изверженных пород относительно элементов тектонических структур. Самый распространенный тип таких зональностей характеризуется повышенным содержанием щелочей, в частности калия, и "несогласующихся" редких и рассеянных элементов и другими геохимическими признаками повышенной "коровости". Имеющиеся данные указывают на то, что разные возможные способы подъема магм на поверхность Земли из области их образования в верхнюю мантию по-разному влияют на их геохимию. Как эффективный генератор повышенной "коровости" транспортируемых магм выделяется механизм зонного плавления верхней мантии. Исходя из эмпирических и теоретических данных о преобладающем значении гидростатических механизмов подъема магм в результате их плавучести рассматриваются их возможные соотношения с подъемом магм путем зонного плавления в динамически напряженной литосфере. Для этой цели используются результаты теоретических моделей литосферы динамореологического типа, которые учитывают только гравитектонические силы изостатической дестабилизации в результате вертикальных движений. Показаны существенно различное поведение механизмов плавучести и зонного плавления в таких условиях, геометрия этих взаимоотношений и их место в пространстве структур вертикальных движений. Эмпирические данные дают основания предполагать, что это влияние геодинамических напряжений на строение и взаимодействие механизмов подъема магм может быть причиной возникновения тектоно-геохимических зональностей К-щелочного типа. Ввиду универсальности вертикальных движений литосферы, в особенности в областях аномальной геотермии и проявления магматизма, предлагаемая гипотеза указывает на существенную и широко распространенную связь между геодинамикой и геохимией магматических и металлогенических процессов литосферы. Намечается еще один подход к построению геодинамической, теоретически и генетически обоснованной металлогении.

JAXIN ZHOU, China

THE ORIGIN AND ORE-BEARING PROPERTIES OF THE KILMELFORD INTRUSIVE SERIES, WESTERN SCOTLAND

The Kimelford intrusive series, lies to the south of Oban, Western Scotland intrudes the Dalradian metasediments and metabasalts. The rocks are Hb-Bi diorite, Hb-Bi Qz-diorite, granodiorite and porphyrite of dioritic or dacitic composition. Porphyry-Cu style mineralization is related to the late-stage magmatism. The present work demonstrates: 1. The geochemical and petrological relation between the Kimelford intrusive series and the appinite suites in the Appin and Kentallan area and the Lorne lavas to the North of Kimelford. The source of magma is thought to be a metasomatized mantle and the mechanism of differentiation and the origin of the Kilmelford series is related to a magmatic process contemporaneous with or immediately after continental-continental collision rather that an active subduction-related magmatism. 2. The mobility of a wide range of major, trace and REE elements in the Kilmelford hydrothermal system is discussed and some widely-accepted immobile elements, such as REE, are proved to show signs of mobility at the late stage of hydrothermal alteration. 3. The ore-bearing properties are discussed in the comparison of Cu-bearing Caledonian granitoids in Kimelford with U-bearing granitoids in Scotland. An alternative model to the magnetite- and ilmenite-series model is proposed and is presented in a wider context including examples of Chinese granite system.

JIN JINGFU, Chengdu College of Geology, Chengdu of Sichuan Province, China

THE MATERIAL SOURCE AND MINERALLIZATION OF THE MESOZOIC U-BEARING GRANITIC ROCKS IN SOUTHEASTERN CHINA

On the base of work of several years of field and indoor, the author attempts to study and discuss the relationship between the material source of granitic rocks and mineralization. In this paper the author explains chiefly the character of ore-bearing granitic rocks from ten aspects which are as follows: 1) the association of granitic rocks, 2) the petro-chemical compositions of granitic rocks, 3) the compositions of biotite, 4) Th/U ratio, 5) the accessory minerals, 6) the trace elements, 7) volatile compositions, 8) distributive form of the rare-earth elements, 9) the compositions of stable isotopes and 10) the temperature of its formation.

JOVANOVIC LARISA, Odsjek za Geochemija, Rudarosko-Geoloski Fakultet, Beograd, Yugoslavia, GERO KURAT, Naturhistorisches Museum, Vienna, Austria, and ALFRED KRACHER, Department of Geology, University of New Mexico, Albuquerque, New Mexico, USA

ON THE THERMAL HISTORY OF ULTRAMAFIC XENOLITHS FROM KAPFENSTEIN, AUSTRIA

Ultramafic xenoliths from the tuff cone of Kapfenstein, Styria, comprise a variety of rocks dominated by lherzolites and harzburgites. Less common are hornblende lherzolites, hornblendites, and websterites (1,2). The peridotites display a variety of textures ranging from granoblastic to porphyroblastic and recrystallized porphyroclastic.

We are very well aware of the fact, that geothermometry and geobarometry needs careful evaluation for meaningful interpretation (e.g.ref.3). This fact not only stems from experimental difficulties but mainly from the different physico-chemical behaviours of the phases and the elements used in estimated p and T. Therefore, different mineral pairs as well as different ion exchange reactions have to show different closing temperatures. Thus, information on fossile p-T conditions can be stored in each rock. Experimental and theoretical investigations of diffusion coefficients in rock-forming minerals strongly support this view (e.g.refs.4 and 5). There is, however, apparently not a simple correlation between prediction and reality.

We have calculated p-T closing conditions for the Kapfenstein xenoliths by applying a variety of geothermometers and geobarometers (e.g.refs. 6-10). As a result we found - as expected - highly variable T conditions ranging from 1300°C down to 700°C. Surprisingly, the goethermometers based on Al^{3+} and Ca^{2+}, two elements which are considered to be rather immobile, yielded the lowest closing T (700-1000°C). We attribute these findings to the presence of fluids within the upper mantle which could greatly enhance the mobilities of Ca and Al.

For the Kapfenstein xenoliths there also exists a correlation between the Ca closing p-T conditions and textures. The sheared (+ partially recrystallized) peridotites show low p (5-10 kbar) and T (800-900°C) closing conditions which place the rocks above the oceanic geotherm. The granular peridotite reflect higher p (20-25 kbar) and T (900-1000°C) conditions but project far below the oceanic geotherm. The latter could be samples from a subducted lithosphere whereas the sheared peridotites could be samples from a mobile zone which carried excess heat into the lower crust.

References : 1) unpublished data, Naturhist.Mus.Wien. 2) Kurat G.et al. (1980) Geochim.Cosmochim.Acta 44, 45-60. 3) Henry D.J.and L.G.Medaris (1980) Amer.J.Sci.280-A, 211-231. 4) Morioka M.(1981) Geochim.Cosmochim.Acta 45, 1573-1580. 5) Miyamoto M. and H.Takeda (1983) Nature 303, 602-603. 6) Boyd F.R.(1973) Geochim.Cosmochim.Acta 37, 2533-2546. 7) Wood B.J. and S.Banno (1973) Contr.Mineral.Petrol 42, 109-124. 8) Obata M.(1976) Amer.Mineral.61, 804-816. 9) Wells P.R.A.(1977) Contr.Mineral. Petro. 62, 129-139. 10) Finnerty T.A. and F.R.Boyd (1978) Carnegie Inst. Washington Yearb.77, 713-717.

JUDE RADU, JUDE LIDIA, University of Bucharest, Romania

ERUPTIVE BRECCIAS ASSOCIATED TO TERTIARY MAGMATITES FROM ROMANIA

Studies on the eruptive breccia bodies in the Metaliferi Mountains, Oaç-Gutîi and Rodna Mts led to some general observations presented here. In most cases these formations are associated with Neogene andesites and dacites, in subvolcanic facies. Usually, the eruptive breccias form intrusive complexes, consisting of a main body (breccia pipes) and several satellite bodies, indicating their appurtenance to a fissure system generated by a vertical stress. Several varieties of breccias have been distinguished. A characteristic variety is represented by a polymictic intrusive breccia, formed during two successive moments: (a) an explosive brecciation, due to gases and magmatic streams and (b) the mobilization of the material in the available space. The genesis of the eruptive breccias is followed by the neoformation of metasomatic postmagmatic products. Apatite, associated with boron, epidote, rutile and, in places, cassiterite correspond to an early stage with supercritical temperatures; the second stage is characterized by the presence of lithium-bearing micas (Rodna), adularia and other minerals in association with quartz. The late stages are marked by the neoformation of carbonates and clayey minerals. The metallogenesis associated to subvolcanic complexes with eruptive breccias have generated Fe, Cu, Zn, Pb sulphide concentrations of hydrothermal origin. There follow mineralizations within the breccia body, very often as stockworks, which may contain gold ores (Metaliferi Mountains, Rodna Mountains).

KADIK A.A., SHILOBREEVA S.N., LUKANIN O.A., V.I. Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

DEGASSING OF THE OCEAN FLOOR BASALTS AS REFLECTION OF REGIME OF VOLATILE COMPONENTS IN THE UPPER MANTLE

Quantity and composition of volatile components separated from the basalt magmas during their ascending to the Earth surface are the most important sources of information concerning the volatile regime in the regions of magmas' generation in the upper mantle. The most interesting in this respect is the basaltic magmatism of oceanic regions global in character and connected with the delivering of great

amounts of magmatic products to the surface during the recent stage of Earth development.

Summing up the experimental data on solubility of H_2O and CO_2 in basaltic melts at pressure up to 20 kb and data on content of H_2O CO_2 in natural glasses of oceanic basalts gives possibility to reconstruct the condition of degassing of magmatic melts and to determine initial ratios of these components in the primary magmas. Based on the comparison of volatile components in volcanic glasses with trajectories of variation of concentrations of H_2O and CO_2 in magmatic melts in process of their degassing the estimations of concentrations of H_2O and CO_2 as well as ratios $CO_2/(CO_2+H_2O)$ in magmas from various tectonic-structural zones of the World Ocean were made. Conception on relative depletion in volatiles (first of all in H_2O) of rocks of the upper mantle beneath the oceans was confirmed. It was shown that for basalts of the mid-ocean ridges comparing to magmas of the island arcs the lower H_2O concentrations and the higher $CO_2/(CO_2+H_2O)$ ratios in the melt are typical. A conclusion was made on possible heterogeneity of the upper mantle beneath the oceans in relation to the distribution of volatiles with depth. The carbon dioxide predominates in the gas phase of oceanic basalts in the wide range of pressure up to 1 kb. The fraction of water in gas increases essentially only during the fall of pressure below 1 - 0,5 kb, therefore the composition of volatile phase of oceanic basalts near the surface can vary considerably depending on the depth of extrusion. It was shown that the lower limit of oxygen fugacity in the regions of basalt generation being near the graphite buffer.

КАДИК А.А., ШИЛОБРЕЕВА С.Н., ЛУКАНИН О.А., Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского АН СССР, г. Москва, СССР

ДЕГАЗАЦИЯ БАЗАЛЬТОВ ОКЕАНИЧЕСКОГО ДНА КАК ОТРАЖЕНИЕ РЕЖИМА ЛЕТУЧИХ КОМПОНЕНТОВ В ВЕРХНЕЙ МАНТИИ

Количество и состав летучих компонентов, отделяющихся от базальтовых магм при их подъеме к поверхности Земли, является одним из важнейших источников информации о режиме летучих в областях генерации магм в верхней мантии. В этом отношении интерес вызывает базальтовый магматизм океанических областей, имеющий глобальный характер, с которым связано поступление к поверхности наибольших объемов магматических продуктов на современном этапе развития Земли.

Обобщение экспериментальных данных по условиям насыщения базальтовых расплавов водой и углекислотой в широком диапазоне давлений

до 20 кбар и данных по содержаниям H_2O и CO_2 в природных закалочных стеклах океанических базальтов дает возможность реконструировать условия дегазации магматических расплавов и определить исходные соотношения этих компонентов в первичных магмах. На основании сопоставления траекторий изменения концентрации H_2O и CO_2 в магматических расплавах при их дегазации с содержанием летучих компонентов в вулканических стеклах сделаны оценки концентрации H_2O и CO_2, соотношения $CO_2/(CO_2+H_2O)$ в магмах из различных тектоно-структурных зон мирового океана. Подтверждено представление об относительной бедности летучими компонентами, в первую очередь H_2O, пород верхней мантии под океанами. Показано, что для базальтов срединно-океанических хребтов характерны более низкие концентрации H_2O и более высокие исходные соотношения $CO_2/(CO_2+H_2O)$ в расплаве по сравнению с магмами островных дуг. Сделан вывод о возможной гетерогенности верхней мантии под океанами в отношении распределения H_2O и CO_2 по глубине. В газовой фазе океанических базальтов в широком интервале давлений вплоть до I кбар резко преобладает углекислота. Только при понижении давления ниже I-0,5 кбар происходит существенное увеличение доли воды в газе, поэтому состав газовой фазы океанических базальтов у поверхности может значительно варьировать в зависимости от глубины излияния. Показано, что нижний предел fo_2 в областях генерации базальтов должен быть близок к графитовому буферу.

KALININ A.S., State University of Irkutsk, Faculty of Geology, Irkutsk; REVERDATTO V.V., Institute of Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Novosibirsk, USSR

EVOLUTION OF METAMORPHISM, ANATEXIS AND DIAPIRISM OF GRANITIC MAGMA IN THE FOLDED BELTS OF THE EARTH CRUST (MATHEMATICAL MODEL)

The folded belts of the Earth crust evolved as zones permeable for matter and heat. Intensive mass and heat transfer from the mantle in the form of fluid flows and basic (or ultrabasic) intrusions resulted in metamorphism and fusion of the rocks. The problem formulated in the title was studied by simulation with application of electronic computer. The mathematical models of basic intrusion and fluid flow as well as the combined model involving these mechanisms were developed for the middle part of the continental crust. The scale and dynamics of metamorphism and fusion of the rocks, the duration of these processes, the distribution of temperatures along a vertical section of the Earth crust, the trend of evolution of complex magmatic systems were outlined for various thicknesses and

initial temperatures of mantle magmas, for different temperatures and rates of fluid flow, etc. Within the limits of combined fluid-magmatic model (with mass and heat transfer from the mantle and simultaneous heating, metamorphism and anatexis of the Earth crust) the diapirism of granitic magma was studied. Two mechanisms were investigated: the direct diapirism as viscous up-welling of light melt through the heavy (denser) rocks and the melt penetration through the roof in the presence of convection in magma. In real situation the combination of both processes is supposed. The ascent velocity can reach about 1 cm/year.

КАЛИНИН А.С., Иркутский государственный университет, геолфак, г.Иркутск; РЕВЕРДАТТО В.В., Ин-т геологии и геофизики СО Академии наук СССР, г.Новосибирск, СССР

РАЗВИТИЕ МЕТАМОРФИЗМА, АНАТЕКСИСА И ДИАПИРИЗМА ГРАНИТНОЙ МАГМЫ В СКЛАДЧАТЫХ ОБЛАСТЯХ ЗЕМНОЙ КОРЫ (МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ)

Складчатые области земной коры развивались как зоны, проницаемые для вещества и тепла. Интенсивный массотеплоперенос из мантии в виде потоков флюида и интрузий базитов (ультрабазитов) приводил к метаморфизму и плавлению пород. Проблема, вынесенная в заглавие, исследовалась с помощью математических моделей процессов, реализованных на ЭВМ. Применительно к средней части разреза земной коры были разработаны модели базитового интрузива и флюидного потока, а также комбинированная модель, объединяющая эти механизмы. Для различных мощностей и начальных температур мантийных магм при разных температурах и величинах расхода флюида и др. были выяснены масштабы и динамика метаморфизма и плавления пород, определена длительность этих процессов, рассчитано распределение температур по разрезу земной коры, установлена тенденция развития сложных магматических систем. В рамках комбинированной флюидно-магматической модели (на фоне прогрева, метаморфизма и плавления земной коры при массотеплопереносе из мантии) обсуждается диапиризм гранитной магмы. Исследуются два механизма: прямой диапиризм как вязкое всплывание (продавливание) легкого расплава через более плотные породы и проплавление кровли при наличии в магме развитой конвекции. В реальной ситуации предполагается сочетание обоих процессов. Скорость вертикального перемещения кровли гранитов может достигать около I см/год.

KATCHAN GEORGE, Univ. Sydney, N.S.W., Australia

DEPTH - CONTROLLED MINERALOGICAL ZONATION IN THE GUNUNG BIJIH TIMUR (ERTSBERG EAST) SKARN, IRIAN JAYA, INDONESIA

The Gunung Bijih Timur skarn is associated with a high - level, Plio-Pliestocene quartz monzonite intrusion that was emplaced into Tertiary dolomitic limestones of the New Guinea highlands.

Initial Si metasomatism of the dolomitic limestones produced an Mg - bearing mineralogy consisting of monticellite, forsterite, diopside and spinel. Later Fe and Al (plus other minor components) metasomatism enlarged the suite to include grandite, vesuvianite, clintonite, Ca-amphibole and clinohumite.

Skarn assemblages are developed throughout a vertical interval of at least 1 km. Depth - controlled mineralogical zonation was produced during the period of Si metasomatism. Monticellite - rich assemblages are dominant in upper levels of the skarn, whereas forsterite - rich ones are dominant in lower levels. A P_{total} difference between shallow (400 bars) and deep levels (600 bars) of the skarn, and an increase in the P_{fluid}/P_{total} ratio with depth are considered to have caused the observed zonation. Maximum temperatures reached during the Si metasomatism were at least 700°C.

KAY SUZANNE MAHLBURG, ROBERT W. KAY, and REBECCA R. POPE, Dept. of Geological Sciences, Cornell University, Ithaca, New York, USA

A PETROLOGIC MODEL OF THE CRUST AND UPPER MANTLE OF A PORTION OF THE OCEANIC ALEUTIAN ARC BASED ON XENOLITHS FROM KANAGA ISLAND

The composition of the lower crust and upper mantle of oceanic island arcs are important in models of the formation of continental crust. A xenolith suite from 2 Miocene-Pliocene (?) sills on Kanaga Island in the central Aleutians provides samples of at least a portion of that region. The mafic xenoliths range from olivine to orthopyroxene-bearing gabbros and are interpreted to represent a lower crustal gabbroic complex. Some gabbros are deformed and recrystallized suggesting the complex has been subjected to deformation during emplacement or during the emplacement of younger magmas. The ultramafic xenoliths consist of dunites, spinel lherzolites and harzburgites. Theirtectonized fabrics are similar to those of upper mantle xenoliths from intraplate and continental localities suggesting that a similar deformational process is occurring. Relative to these other settings, the minerals in the Kanaga xenoliths are depleted in Mg, Na, and compatible elements (Cr and Ni) and enriched in Ca. The Kanaga xenoliths contrast both chemically and isotopically with the hornblende-bearing, mafic and ultramafic cumulate xenoliths from the modern Aleutian volcanoes suggesting that the lower crust of the arc is variable in character from place to place.

KEPEZHINSKAS V.V., Institute of Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the Academy of Sciences of the USSR,Novosibirsk,USSR

LOW-Ti HIGH-Mg METAVOLCANICS OF THE OPHIOLITE COMPLEXES AS INDICATORS OF TECTONIC REGIME OF PALEOOCEANIC LITHOSPHERE

The complex approach , including investigation of the bulk chemical composition of the igneous rocks , the lithological features of the coexisting volcanogenic - sedimentary rocks, tectonic peculiarities and so on is necessary for correct solving of the problem. Occurences of rare rocks of specific composition, first of all low-Ti high-Mg rocks typical for definite tectonic setting are of paramount diagnostical importance.

The presence of the rocks of marianite-boninite series is indicative of definite tectonic regime since they were found to occur only on the oceanic slopes of forearcs and frontal arcs . Moreover , these rocks mark the definite stage of arc development, which is bound up with the beginning of back-arc spreading.

The problem is much more complicated when komatiite-like rocks in Paleozoic ophiolite suites are found. But they have closer affinity with island arc setting than mid-oceanic ridge environments. Though according to alternative hypothesis they have been originated in grabens formed through rifting of continental blocks.

The summary of the chemical composition of metavolcanics of ophiolite complexes including original data on Mongolia, shows that most of them are characterized by the presence of the differentiated calc-alkaline and tholeiitic series and contain extremely rare rocks:komatiites and (or) marianite-boninites.

Most evidences concerning considered ophiolite complexes indicate proximity to island arcs and origin within marginal basins. Such basins probably originated through the distention of a continental edge thereby initiating the formation of a graben into which such high-Mg low-Ti lavas were emplaced . As the island arc began to build upon the break-away continental fragment and as the graben was replaced by a marginal basin, calc-alkaline, tholeiitic and marianite-boninite lavas began to form.

КЕПЕЖИНСКАС В.В., Ин-т геологии и геофизики СО Академии наук СССР, г. Новосибирск, СССР

НИЗКОТИТАНИСТЫЕ ВЫСОКОМАГНЕЗИАЛЬНЫЕ МЕТАЭФФУЗИВЫ ОФИОЛИТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ КАК ИНДИКАТОР ТЕКТОНИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПАЛЕООКЕАНИЧЕСКОЙ ЛИТОСФЕРЫ

Для корректного решения проблемы необходим комплексный подход,включающий изучение химизма изверженных пород, характера ассоциирующих

осадков, структурно-тектонических признаков и т.д. При этом первостепенное диагностическое значение приобретают находки редких пород специфического состава, в первую очередь низкотитанистых высокомагнезиальных, характерных для определенных тектонических обстановок. Присутствие пород марианит-бонинитовой серии однозначно указывает на обстановку передовых или фронтальных дуг, поскольку пока они обнаружены лишь на океанических склонах последних. Более того, они маркируют определенную стадию развития дуги, связанную с началом задугового спрединга. Более сложно решается вопрос в случае находок в офиолитовых комплексах коматиитов. Но они ближе к образованиям островных дуг, чем срединно-океанических хребтов, хотя по альтернативной гипотезе они произошли в трогах, возникших через рифтообразование континентальных блоков.

Сводка химизма метавулканитов офиолитовых комплексов, включающая оригинальные данные по Монголии, показывает, что большинство из них характеризуются присутствием дифференцированных известково-щелочных, толеитовых серий и содержат чрезвычайно редкие породы: коматииты и (или) марианит-бониниты.

Генезис рассмотренных офиолитовых комплексов лучше всего согласуется с обстановкой островная дуга - окраинный бассейн. Эволюция бассейна была вызвана растяжением литосферы вдоль континентального края (или внутри континента), приводившего к образованию трогов, в которые внедрялись коматииты. После того как островные дуги были образованы на отторженных континентальных фрагментах, а троги постепенно замещались окраинными бассейнами, начали формироваться известково-щелочные, толеитовые и марианит-бонинитовые лавы.

KHARIN G.S., P.P. Shirshov Institute of Oceanology of the USSR Academy of Sciences, Kaliningrad, USSR

COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF SUBMARINE AND SUBAERIAL MAGMATISM OF THE ICELANDIC REGION

Recent to Eocene magmatic complexes of the same type in petrographic composition and similar in age are compared. Various variational diagrams and graphs of the distribution of rock-forming and trace elements, and isotopic ratios in the sections from submarine morphostructures to subaerial ones represented both by oceanic and continental structures are made up. The increasing of SiO_2, TiO_2, FeO^x, Na_2O, K_2O, P_2O_5 contents and the decreasing of Al_2O_3, MgO, CaO ones towards Iceland are characteristic of the Pliocene-Quaternary basaltoidal complex of the Reykjanes and Kolbeinsey Ridges. $Sr^{87/86}$, Fe/Fe+

+Mg ratios, Cl, Br concentrations grow as well. An analogous picture is observed on the Kolbeinsey Ridge towards to the Jan Mayen Island. The alkalinity and iron contents increase in the fracture zones. The elevated alkalinity is characteristic of the Knipovich Ridge basalts near Spitsbergen. The composition of the Miocene basaltoidal complex of the Reykjanes Ridge and the Iceland Plateau is similar to that of Iceland one, which is of the same age, but differs in somewhat smaller contents of TiO_2, FeO^x, Na_2O, and K_2O and in higher quantities of Al_2O_3, and MgO. The Paleogene basaltoidal complexes of submarine morphostructures are similar to each other in petrochemistry. Tholeiitic and alkaline basaltoids are distinguished here. The latter are comparable with basalts of the British, Faeroe Islands, and East Greenland. In general submarine magmatism differs from subaerial one in the degree of differentiation, in the absence of acid rocks. The petrochemical peculiarities of the Icelandic Region magmatism may be explained by the existance of fluidal deep flows.

ХАРИН Г.С., Ин-т океанологии им. П.П.Ширшова Академии наук СССР, г.Калининград, СССР

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДВОДНОГО И НАЗЕМНОГО МАГМАТИЗМА ИСЛАНДСКОГО РЕГИОНА

Сравнивались однотипные по петрографическому составу и близкие по возрасту магматические комплексы от современных до эоценовых. Составлялись различного рода вариационные диаграммы и графики распределения породообразующих и малых элементов и изотопных отношений по разрезам от подводных морфоструктур к наземным, представленных как океаническими, так и континентальными. Для плиоцен-четвертичного базальтоидного комплекса хребтов Рейкьянес и Кольбейнсей характерны увеличение содержаний SiO_2, TiO_2, FeO^x, Na_2O, K_2O, P_2O_5 и уменьшение - Al_2O_3, MgO, CaO по направлению к Исландии. Также возрастают отношения $Sr^{87/86}$, Fe/Fe+Mg, концентрации Cl, Br. На хребте Кольбейнсей аналогичная картина наблюдается и по направлению к о-ву Ян-Майен. Увеличение щелочности и железистости базальтов происходит в зонах трансформных разломов. Повышенной щелочностью обладают базальты хребта Книповича вблизи Шпицбергена. Миоценовый базальтоидный комплекс хребта Рейкьянес и Исландского плато по составу близок к одновозрастному комплексу Исландии, отличаясь несколько меньшими содержаниями TiO_2, FeO^x, Na_2O и K_2O и более высокими - Al_2O_3 и MgO. Палеогеновые базальтоидные комплексы подводных морфоструктур по петрохимии близки между собой. Здесь выделяются толеитовые и щелочные базальтоиды. По-

следние по своему составу сопоставимы с базальтами Британских, Фарерских островов и Восточной Гренландии. Подводный магматизм в целом отличается от наземного меньшей дифференцированностью, отсутствием кислых пород. Петрохимические особенности магматизма Исландского региона можно объяснить существованием флюидных глубинных потоков.

KNUP PETER E., JEAN-FRANCOIS SAUVAGE; SAVARD RICHARD, Fonds Autorenouvelable des Nations Unies, Bamako, Mali

NOUVELLES DONNEES SUR LES COMPLEXES ALCALINS ET CARBONATITES DE LA BORDURE OCCIDENTALE DE L'ADRAR DES IFORAS (MALI)

La présence de complexes alcalins et carbonatites alignés le long d'un système de failles NNE sur la bordure occidentale de l'Adrar des Iforas a été signalée à plusieurs reprises. L'Adrar Tadhak, décrit par BARRERE (1959), KARPOFF (1958) et plus récemment par BA et BERTRAND (1976) est le plus important. Dans le cadre de son programme d'exploration, en 1982/83, le FANU a étudié d'autres complexes, situés environ 45 km au Sud de Tadhak, dont la présence avait été signalée par le C.G.G.M. de Montpellier; il s'agit en particulier des massifs d'ANEZROUF et d'IN IMMANAL encaissés dans des formations précam iennes. ANEZROUF possède une structure annulaire et se compose de syénites néphéliniques, ijolites, pyroxénolites et fénites, recoupées radialement par de nombreux dykes de phonolites et dè tinguaites: les carbonatites y sont peu répandues.

IN IMMANAL est caractérisé par une abondance de carbonatites: beforsites dominantes localement minéralisées en pyrochlore. On y reconnait le fantôme d'une intrusion alcaline primaire, à structure annulaire, totalement fénitisée. L'âge de ces massifs n'est pas connu mais ceux-ci fénitisent la base des grés de couverture attribués au mésozoique. De récentes datations géochronologiques effectuées sur Tadhak (LIEGOIS et al. 1982) ont donné un âge permien. Celui-ci est parfaitement compatible avec l'âge relatif des massifs d'ANEZROUF et d'IN IMMANAL, l'âge des grès de couverture n'étant pas connu avec précusion. De plus ces datations apportent des précisions quant à la position d'un paleo-rift sur la bordure orientale du craton ouest-africain.

KOCHHAR NARESH, Department of Geology, Panjab University, Chandigarh, India

MALANI IGNEOUS SUITE: PORPHYRY COPPER AND TIN DEPOSITS FROM THE TUSHAM RING COMPLEX, NORTH PENINSULAR, INDIA

The trans-Aravalli igneous activity of the Malani suite (55,000 sq km in area; 750 Ma) of western Rajasthan comprising non-orogenic peraluminous (Jalor and Tusham) and peralkaline (Siwana) granites with the cogenetic carapace of acid volcanics are characterised by ring structures and owe their origin to hot-spot magmatism.

The paper describes porphyry type copper and tin deposits from the Tusham area ($28^{o}75'$N: $75^{o}55'$E), located 160 km WNW of Delhi. Felsite including welded tuff, quartz porphyry, explosion breccia, and the associated sub-solvus granites form the various cogenetic members of the Tusham ring complex.

Chalocopyrite, cuprite and malachite occur as disseminations in the quartz porphyry and also in tuffs and fludised explosion breccias; whereas, the cassiterite is associated with the stock of muscovite-biotite granite.

All the rocks of the area have undergone pervasive hydrothermal alterations. Potassic, phyllic and propylitic zones have been recognised. Schorl rock and tourmaline with sericite occur in phyllic zone. The acid volcanics have a distinct chemical composition: SiO_2: 75%; K_2O: 5.00%; Na_2O: 0.5%. Na_2O has been leached due to hydrothermal alteration. This post-emplacement alkali modifications is characteristic of all the acid volcanics of the Malani suite, and is indicative of copper and tin mineralisation in these rocks also.

In view of field, petrological and chemical data, the ortho-magmatic model of sub-volcanic alteration has been suggestive for the genesis of these deposits.

KOLJONEN TAPIO, MATTI SAVERIKKO, Geol. Survey of Finland, Espoo, Finland

S/Se-RATIO IN IGNEOUS ROCKS AND PROCESSES

Contents of S and Se, which replaces S diadochically in sulfides, have been analyzed in about 400 rock samples from Finland and Iceland. The averages for S given in the Handbook of Geochemistry (ed. Wedepohl) are used as well. The S/Se-ratio in chondrites is about

~5 600 (S 55 700 ppm, Se 10 ppm) and in the Earth's crust ~ 9 000 (450, 0.05). In abyssal igenous rocks the S/Se-ratio is in ultramafic rocks ~ 12 000 (870, 0.072), gabbros ~ 4 300 (1 000, 0.23), intermediate rocks ~ 2 800 (450, 0.16), and granites ~ 10 000 (300, 0.03); in extrusive rocks it is in basalts ~ 3 6000 (500, 0.14), andesites ~ 4 000 (400, 0.10), and rhyolites ~ 2 200 (280, 0.13). In unmetamorphosed volcanogenic rocks the S/Se-ratio varies little on average and compared with abyssal rocks Se is enriched quantitatively and relatively to S. In abyssal rocks the S/Se-ratio is the highest in ultramafic rocks and decreases during the magmatic differentiation; but in granitic rocks it is increased because Se more than S is enriched into low-temperature solutions. In Svecokarelian schists S/Se-ratios vary (500-50 000), being about ~ 3 000 (-10 000) in the possibly exhalative sedimentary Outokumpu Cu-Co-FeS ore found in the Karelian schist belt. A high ratio (> 30 000) is typical of sedimentary sulfides and a low ratio (~ 2 000) indicates an increase of Se from some external source outside normal sedimentation. Accordingly in mineral exploration a low S/Se-ratio in rocks can be regarded as an indication of hydrothermal Se and of possible volcanic exhalative or hydrothermal ore deposits.

KONONOVA V.A., ANDREEVA E.D., SVESHNIKOVA E.V., YASHINA R.M., Inst. of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

ALKALINE MAGMATISM AS AN INDICATOR OF PERIODIC ACTIVATION IN THE EARTH MANTLE

Alkaline rocks usually occur in nature in magmatic series whose entire diversity can be comprised within four rock groups: alkaline ultrabasic, alkaline basic, alkaline intermediate, alkaline acid rocks. Each group contains potassium-sodium (the more common) and potassium series. Keeping in mind this classification, we consider periodicities in the evolution of the series within continental features: the times of occurrence in the East European platform are 2.5, 1.9-1.7, 1.3, 0.6, 0.4, 0.29-0.27, 0.16 b.y. ago; the values for an area with a long folding history south of the Siberian platform (central part of the Asian continent) are 0.7-0.6, 0.43-0.40, 0.33-0.30, 0.29-0.24, 0.15-0.10, 0.02-0.00 b.y. ago. The peaks of terrestrial alkaline magmatic activity coincide with the boundaries of five megacycles in the tectonic-magmatic activization of our planet (2.6, 1.9, 1.06, 0.53 b.y. ago). Occasional alkali massifs appeared 2.800-2.500 m.y. ago at the boundary of Archaean and early

Proterozoic megacycles within the more stable nucleus of older platforms (shields). Thus one may speak of sufficient differentiation occurring in the mantle already during early Proterozoic time. A sharp increase in scale of occurrence and diversity of composition is observed in the Phanerozoic tectonomagmatic megacycle, with a greater role played by potassium alkaline rocks. Mantle source of substance making up most alkaline rocks has been confirmed. Repeated occurrence of alkaline magmatic series is evidence for periodic mantle activation at different depths.

КОНОНОВА В.А., АНДРЕЕВА Е.Д., СВЕШНИКОВА Е.В., ЯШИНА Р.М., Ин-т геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ЩЕЛОЧНОЙ МАГМАТИЗМ - ИНДИКАТОР ПЕРИОДИЧЕСКОЙ АКТИВИЗАЦИИ МАНТИИ ЗЕМЛИ

Щелочные породы в природе встречаются, как правило, в составе магматических серий, все разнообразие которых укладывается в четыре группы: щелочных ультраосновных, щелочных основных, щелочных средних, щелочных кислых пород. В пределах каждой группы выделены калиево-натриевые (наиболее распространенные) и калиевые серии. С учетом принятого деления рассмотрена периодичность развития серий в пределах континентальных структур: на Восточно-Европейской платформе время их проявления 2,5; I,9-I,7; I,3; 0,6; 0,4; 0,29-0,27; 0,I6 млрд. лет, а в длительно развивавшейся складчатой области к югу от Сибирской платформы (центральная часть Азиатского материка)-соответственно около 0,7-0,6; 0,43-0,40; 0,33-0,30; 0,29-0,24; 0,I5-0,I0; 0,02-0,00 млрд. лет. Максимумы развития щелочного магматизма Земли совпадают по времени с рубежами пяти мегациклов тектоно-магматической активизации планеты (2,6; I,9; I,06; 0,53 млрд. лет). Единичные щелочные массивы появились на Земле 2,8-2,5 млрд. лет назад на границе архейского и раннепротерозойского мегациклов в пределах наиболее устойчивых ядер древних платформ (щиты). Это позволяет допускать достаточную дифференцированность мантии уже в раннепротерозойское время. Для фанерозойского тектоно-магматического мегацикла характерно резкое увеличение масштабов проявления и разнообразия состава щелочных пород, заметное возрастание роли калиевых щелочных пород. Подтвержден мантийный источник вещества, слагающего большинство щелочных пород. Многоактное проявление щелочных магматических серий - свидетельство разноглубинной периодической активизации мантии Земли.

KOPTEV-DVORNIKOV E.V., YAROSHEVSKY A.A., Moscow State University;
FRENKEL M.Ya., V.I. Vernadsky Inst. of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

DYNAMICS OF THE LAYERED INTRUSIVE SOLIDIFICATION

The conception of crystallization differentiation, based on numerous experimental data, is the most productive in magmatic petrology, but in detailed investigation of given differentiated complex or volcanic series it meets some difficulties in explanation of rock structural relations and in quantitative concordance of distributions of the chemical elements. In order to understand the natural process we must know not only the thermodynamics of events, but have adequate dynamic model of heat and mass transfer mechanisms, and detailed information about inner structure of differentiated complexes. In our work the dynamics of crystallization differentiation was studied by means of computer simulation. Elaborated model based on the joint solution of the thermodynamical dependence of the phase composition and chemistry of the minerals on the temperature, and heat and mass transfer equations (diffusion, crystal setting or floating and crystal-bearing magma convection). It is shown that in intrusive process: 1) transfer of heat and matter with density redistribution of phases and convection suppreses diffusion effects; 2) superheating and free convection of melt do not prevent formation of cumulative rocks ; 3) quantitatively the process depends on values of sinking (floating) velocities of solid phases, porosity of the cumulus and relative significance of convective mixing of the melt with suspended crystals. The direct computer simulation of solidification of some doleritic sills and comparison of the results with detailed petrographic-geochemical information about the same intrusives (our and some others data) showed that the body of facts (different degree of differentiating, sequence of textural-petrographical types of the rocks along the sections of sills, character of the boundaries between them, structure peculiarities of upper and lower marginal zones, pegmatitic horizon location and quantitative regularities of distribution of major and minor elements in rocks and minerals along the sections) could be explained with cumulation-convection model of crystallization differentiation. There is no necessity in other physical-chemical mechanisms.

КОПТЕВ-ДВОРНИКОВ Е.В., ЯРОШЕВСКИЙ А.А., Московский государственный университет; ФРЕНКЕЛЬ М.Я., Ин-т геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Академии наук СССР, Москва, СССР

ДИНАМИКА ЗАТВЕРДЕВАНИЯ РАССЛОЕННЫХ ИНТРУЗИВОВ

Концепция кристаллизационной дифференциации, опирающаяся на экспериментальные исследования равновесий в силикатных системах, оказалась самой продуктивной в магматической петрологии, но при детальном изучении конкретных дифференцированных комплексов и вулканических серий она сталкивается с трудностями понимания конкретных соотношений пород в пространстве и в согласовании количественных параметров распределения химических элементов. Причина в том, что для полного понимания природного процесса недостаточно знания только термодинамической стороны явления, а необходимо иметь четкое представление о свойствах механизмов тепло- и массопереноса и их взаимодействия, т.е. их динамику, а также детальную информацию о пространственном строении дифференцированных комплексов. В нашей работе динамика кристаллизационной дифференциации изучена методом ЭВМ-моделирования. Разработанная модель включает совместное решение термодинамической задачи зависимости фазового состава и состава фаз от температуры и уравнений тепломассопереноса (диффузии, относительного перемещения кристаллов и жидкости, конвективного перемешивания жидкости со взвешенными кристаллами). Показано, что в условиях интрузивного процесса: 1) перенос тепла и вещества перемещающимися фазами и конвекцией подавляет эффекты, связанные с диффузией; 2) перегретость расплава не является препятствием проявлению кумулации кристаллов; 3) самопроизвольная конвекция не препятствует развитию кумулационного механизма кристаллизационной дифференциации; 4) количественно процесс определяется скоростями оседания (всплывания) твердых фаз, пористостью кумулуса и относительной ролью конвективного перемешивания жидкости со взвешенными кристаллами. Непосредственное ЭВМ-моделирование затвердевания силлов трапповой формации и сопоставление с полученной нами детальной петролого-геохимической информацией показало, что весь комплекс фактов, характеризующих различную степень дифференцированности, последовательность структурно-петрографических типов пород в разрезах, характер переходов между ними, особенности строения верхней и нижней приконтактовых зон, положение пегматоидного горизонта и количественные закономерности распределения по разрезам содержаний в породах и минералах главных и второстепенных элементов, в деталях может быть объяснен на основе кумулационно-конвекционной модели кристаллизационной дифференциации. При этом не требуется привлекать иные физико-химические механизмы.

KORIKOVSKY S.P., Inst. of Geology of Ore Deposits, Petrology, Mineralogy and Geochemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

EVOLUTION OF MONOCYCLIC ZONAL-METAMORPHIC COMPLEXES: PROGRADE AND RETROGRADE STAGES, CORRELATIONS WITH GRANITIZATION

Reconstruction of P-T trends of the prograde stage of zonal metamorphism in the belts of kyanite- and andalusite-sillimanite type has discovered that these trends are as a rule subisobaric. Consequently thermal zonality is being formed not in the course of burial, but at the late stage of abyssal stabilization under the influence of fluid-heat flows; non-isobaric zonality is formed only in the belts with lateral change of lithostatic pressure. Granite formation synchronous with a maximum of metamorphism possesses a fluid regime specific for each complex and a constant composition of eutectic granitoids independent of substituted rocks composition. Increased activity of B and F lowering the temperature of crystallization is often characteristic of synmetamorphic granitoids which fact accounts for frequent thermal equilibrium of such granites and pegmatites with rocks of medium-temperature facies. Retrograde reactions of the declining branch of metamorphism are carried out almost isobarically as well. Their space development is limited by areas saturated with granites and pegmatites, and high activity of B, F, S, Cl and CO_2 is characteristic of them. In distinction from prograde reactions, retrograde ones are nonisochemical, their character changes from alkaline (early stage) to acidic (late stage), and their mineral manifestation (biotitization, muscovitization, albitization, silicification, etc.) is identic to autometasomatic changes of granites. This points to the fact that the cause of retrograde reactions is circulation of post-magmatic solutions. Evolution of the complite metamorphic cycle is being accomplished by formation of transform zones of greenschist blastomylonites with a big substantial display of leaching along the faults.

КОРИКОВСКИЙ С.П., Ин-т геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ЭВОЛЮЦИЯ МОНОЦИКЛИЧЕСКИХ ЗОНАЛЬНО-МЕТАМОРФИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ: ПРОГРЕССИВНЫЙ И РЕГРЕССИВНЫЙ ЭТАПЫ, СООТНОШЕНИЯ С ГРАНИТИЗАЦИЕЙ

Восстановление P-T трендов прогрессивной стадии зонального метаморфизма в поясах кианит- и андалузит-силлиманитового типа (методами парагенетического анализа, термобарометрии, изучения реакционных структур и неоднородности минералов) обнаруживает, что эти тренды, как правило, субизобарические. Следовательно температурная зональ-

ность формируется не по мере погружения, а на последующей стадии глубинной стабилизации под воздействием флюидно-тепловых потоков; неизобарическая зональность возникает лишь в поясах с латеральным изменением литостатической нагрузки. Синхронное с максимумом метаморфизма гранитообразование имеет специфический для каждого комплекса флюидный режим и выдержанный состав эвтектических гранитоидов, независимый от состава замещаемых пород. Для синметаморфических гранитов нередко характерна повышенная активность B и F, снижающая температуру кристаллизации, что объясняет частую равновесность таких гранитов и пегматитов с породами среднетемпературных фаций. Ретроградные реакции нисходящей ветви метаморфизма протекают также в почти изобарических условиях. Их площадное развитие ограничено участками, насыщенными гранитами и пегматитами; очень характерна высокая активность B, F, S, Cl и CO_2. В отличие от прогрессивных, ретроградные реакции неизохимичны - их характер меняется от щелочных (ранняя стадия) к кислотным (поздняя стадия), а минеральное выражение (биотитизация, мусковитизация, альбитизация, окварцевание и др.) идентичны автометасоматическим изменениям гранитов. Это указывает, что причина ретроградных реакций - циркуляция постмагматических растворов. Эволюция полного метаморфического цикла завершается формированием вдоль разломов трансформных зон зеленосланцевых бластомилонитов с мощным проявлением кислотного выщелачивания.

KORONOVSKY N.V., Moscow State University, Faculty of Geology, Moscow, USSR

CENOZOIC VOLCANISM OF THE ALPINE BELT OF EURASIA

Cenozoic volcanism (335 000 km^3) is expansion disproportionally in time and space. Thick (200 000 km^3) subalcaline basic volcanism manifestated in the different tectonic structures during of Paleogene mostly of Eocene in the East part of belt. Volcanism manifestated in the limit of the all belt in the Late Oligocene - Anthropogen. 85% of all volcanites connected with stable structures and 15% connected with epigeosynclinal mountain - folded ridges. Late Cenozoic volcanism (135 000 km^3) supperimposed on the alpine structure plane of the belt , but he is inherite from Eocene volcanism in the East part of belt. There are synchroneity of volcanism in the Alpine belt and distinguish some periods of volcanic activity : 1) Eocene (pre-orogenic), 2) Oligocene - Middle Miocene (early orogenic period , 47 000 km^3 , 40 %), 3) Late Miocene - Anthropogen (late orogenic period , 83 000 km^3 , 60 %). 3 main phases of volcanic activity distinguish in the late orogenic period : 1) Late Miocene , 2) Late Pliocene , 3) Middle -

Late Pleistocene. The summary quantity of energy emission of orogenic volcanism is 70 . 10^{29} erg. Intensity of volcanism increase to the end of orogenic period. Calc-alcaline continuity differentiated series of volcanic rocks from basalts to rhyolites distributed in the epigeosinclinal folded regions. Contrast or homogeneous series of volcanic rocks with acid ignimbrites distributed in the medium massifs. Acid volcanic rocks constitute more than 60 % from total volume of all volcanites. Orogenic volcanism connected with some extension and disintegration of the medium massifs. Cenozoic volcanism connected with times of some tectonic extension on the background of general tension of the Alpine fold belt. Calc-alcaline orogenic volcanism can appear without zones of subduction in the orogenic period of Alpine fold belt development and often connection with big transverse structures.

КОРОНОВСКИЙ Н.В., Московский государственный университет, геологический факультет, г.Москва, СССР

КАЙНОЗОЙСКИЙ ВУЛКАНИЗМ АЛЬПИЙСКОГО СКЛАДЧАТОГО ПОЯСА ЕВРАЗИИ

Кайнозойский вулканизм (335000 км^3) во времени и пространстве распространен неравномерно. Мощный (200000 км^3) субщелочной основной и средний вулканизм проявился в эоценовое время в различных тектонических обстановках только на востоке, а в позднем олигоцене - антропогене - в пределах всего пояса. Со стабильными структурами связано 85% всех вулканитов, а 15% приурочено к эпигеосинклинальным горно-складчатым сооружениям. Позднекайнозойский вулканизм (135000 км^3) несогласно наложен на альпийский структурный план пояса, но на востоке он унаследован от эоценового вулканизма. Установлена синхронность вулканизма с выделением эпох: 1) эоценовой (предорогенной); 2) олигоцен-среднемиоценовой (раннеорогенной - 47000км^3 (40%); 3) позднемиоцен-антропогеновой (позднеорогенной - 83000 км^3 (60%). В последней выделяются три фазы вулканизма: 1) позднемиоценовая; 2) позднеплиоценовая; 3) средне-позднеплейстоценовая. Суммарное количество выделившейся энергии орогенного вулканизма $70 \cdot 10^{29}$ эрг.

Интенсивность вулканизма нарастает к концу орогенного этапа. В эпигеосинклинальных складчатых областях распространены непрерывно дифференцированные серии известково-щелочных вулканитов от базальтов до риолитов. На срединных массивах развиты контрастные или однородные серии с преобладанием кислых игнимбритов. На долю кислых пород пояса в целом приходится более 60%. На срединных массивах оро-

генный вулканизм связан с их тектоническим растяжением и раздроблением. Кайнозойский вулканизм в целом приурочен к эпохам некоторого тектонического растяжения на фоне общего сжатия Альпийского пояса.

Известково-щелочной вулканизм на орогенном этапе развития Альпийского складчатого пояса может проявляться вне зон субдукции и часто связан с крупными поперечными структурами.

KORSMAN KALEVI, PAAVOLA JORMA, Geological Survey of Finland;
HÖLTTÄ PENTTI, University of Turku, Finland

METAMORPHISM AS A REFLECTION OF EVOLUTION OF THE CRUST IN EASTERN FINLAND

Evolution of the Archean and Proterozoic crust is reflected especially well by areas metamorphosed under conditions of granulite facies. Archean tonalite greisses were formed 2700 Ma ago from matter deriving from the mantle in granulite facies metamorphism. The compositions of garnet (mg55) and cordierite (mg90) show that the metamorphism took place at markedly higher pressure (8kb) than that in Proterozoic formations. The mineral assemblages of the granulite facies have, however, only been preserved in the few blocks that were protected by faults from retrograde events. Granulite facies metamorphism of Proterozoic geosynclinal formations is connected with zonal metamorphism of the andalusite-sillimanite type.

The compositions of garnet (mg20) and cordierite (mg55) suggest that the granulite facies metamorphism took place at high temperature (780°C), but at pressure lower (4kb) than that in the immediate environment (T=680°C, P=5kb). The crust underwent intense melting in the high temperature zone and was subject to gravitative uplifting. The metamorphic evolution of the geosynclinal formations began 1900 Ma ago and came to an end with the crystallization of microcline granites 1800 Ma ago. The features of zonal metamorphism reflect metamorphism of the tectonically thickened crust. Granulite facies metamorphism of Proterozoic areas of the rift type is connected both temporally and spatially with magmatism of the mantle, which also includes hypersthene-bearing granitoids (1880 Ma old). Variations in the conditions of crystallization (T=650°-700°C, P=5-5.5kb) as determined from the compositions of garnet (mg20-30) and cordierite (mg65-75) are attributed to variation in the depth of intrusion of the hypersthene granitoids.

KOSTROVITSKY S.I., Institute of the Earth Crust of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Irkutsk, USSR

COMPOSITION OF KIMBERLITES AS AN INDICATOR OF THEIR FORMATION UNDER CONDITIONS OF THE HETEROGENEOUS UPPER MANTLE

Kimberlites are probably the most informative deep-seated magmatic formations in respect to the upper mantle composition. These rocks are extremely saturated with mantle xenoliths. Widely varying composition of the latter occurring in the same pipe indicates the vertical heterogeneity of the upper mantle and various composition sets within different pipes suggests its lateral inhomogeneity. In the vertical the heterogeneity is greater. Initially the kimberlite melt was not homogeneous; it represented a mixing of different batches of magma generated at the expense of partial melting of mantle rocks of different composition. This results in chemical and geochemical heterogeneity of olivine kimberlite protophenocrysts, in peculiarities of distribution of the latter in different intrusion phases in composed pipes, in the presence in kimberlites of two protomineral associations - titani-ferrous and chrome-magnesian and in relatively wide range of primary Sr-isotope composition in kimberlites. A linear zonning of composition established in kimberlite fields of pipes (kimberlites of central and peripheral parts of the fields differ in protomineral ratios as to the contents of Fe, Ti and rare elements) can also be best explained by a vertical inhomogeneity of the upper mantle. The deeper mantle levels affected by partial melting during the kimberlite formation correspond to the undepleted mantle rich in Fe, Ti, Ca and incoherent rare elements.

КОСТРОВИЦКИЙ С.И., Ин-т земной коры СО Академии наук СССР, г.Иркутск, СССР

СОСТАВ КИМБЕРЛИТОВ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕОДНОРОДНОЙ ВЕРХНЕЙ МАНТИИ

Из всех глубинных магматических образований кимберлиты, по-видимому, наиболее информативны в отношении вещественного состава верхней мантии. В этих породах устанавливается самая высокая насыщенность ксенолитами мантийных пород. Если широкая вариация составов последних, встречающихся в одной трубке, указывает на вертикальную неоднородность верхней мантии, то различные наборы в разных трубках свидетельствуют о ее латеральной гетерогенности. По вертикали неоднородность имеет более высокий градиент. Кимберлитовый расплав изначально не был однородным, а представлял собой смесь различных выплавок,

возникших за счет частичного плавления разных по составу мантийных пород. Об этом свидетельствуют химическая и геохимическая неоднородность протоверкрапленников оливина кимберлитовых пород, особенности распределения последних в разных фазах внедрения в сложнопостроенных трубках; наличие в кимберлитах двух ассоциаций протоминералов - железисто-титанистой и хромисто-магнезиальной; относительно широкий диапазон первичного изотопного состава стронция в кимберлитах. Установленная линейная вещественная зональность в кимберлитовых полях трубок (кимберлиты центральной и периферийной зон полей различаются по соотношению протоминералов, по железистости, титанистости, концентрации редких элементов) находит лучшее объяснение в вертикальной гетерогенности верхней мантии. Более глубокие уровни мантии, затронутые частичным плавлением при кимберлитообразовании, отвечают неистощенной мантии, обогащенной Fe, Ti, Mn, Ca, а также некогерентными редкими элементами.

KOVALENKO V.I., NAUMOV V.B., BOGATIKOV O.A., Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the USSR Academy of Sciences; V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

POTENTIAL ORE-BEARING CAPACITY OF ACID MAGMATIC ROCKS

The criteria of potential ore-deposit production, physico-chemical parameters (temperature, pressure, water contents in melts, composition of fluids etc.) and the ways of formation of ore-deposit production acid rocks of lithium-fluoride, standard and alkaline geochemical type are considered. The evolution of acid magmas, directed towards fluorine, alkalies, boron and water accumulation is favourable for the formation of rare-metal and tin-tungsten ore deposits at the late-magmatic and post-magmatic stages. A wide range of temperatures for crystallization of acid magmas (exceeding 1000° to 550°C) is favourable for a deep differentiation of these magmas and the development of ore-deposit ongonite melts.

The investigation of melt and fluid inclusions in minerals showed that the most important volatile component of natural acid magmas, as compared to the basic magmas, is water. Its concentration in melt varies in a considerable range - from less than 0.1 to 13.9 mass%, and the majority of 115 determinations are characterized by high values, of the order of 2-8 mass%. A wide variation was also determined for water pressure (from less than 0.1 to 6.1 kbar), and the fluid pressure in many cases considerably exceeds the valu-

es of lithostatic load of upper rocks. The elevated gradients of fluid pressure developing at the late stage of crystallization of magmas are resulting from the ascending movement of hydrothermal solutions, forming ore deposits. The formation of some postmagmatic tin and tungsten ore deposits, related to leicogranites, may develop due to the extraction of tin and tungsten from magmas or rocks by chloride fluids.

КОВАЛЕНКО В.И., НАУМОВ В.Б., БОГАТИКОВ О.А., Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Академии наук СССР, Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ РУДОНОСНОСТЬ КИСЛЫХ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД

Рассмотрены критерии потенциальной рудоносности, физико-химические параметры (температура, давление, содержание воды в расплавах, состав флюидов и т.д.) и пути образования рудоносных кислых магматических пород литий-фтористого, стандартного и щелочного геохимических типов. Эволюция кислых магм, направленная на накопление фтора, щелочей, бора, воды, благоприятна для формирования редкометальных и олово-вольфрамовых месторождений на позднемагматическом и постмагматическом этапах. Широкий интервал температур кристаллизации кислых магм (от превышающих 1000° до 550°С) является благоприятным фактором для глубокой дифференциации этих магм и возникновения рудоносных онгонитовых расплавов.

Исследование расплавных и флюидных включений в минералах показало, что важнейшим летучим компонентом природных кислых магм, в отличие от магм основного состава, является вода. Ее концентрация в расплаве колеблется в значительных пределах - от < 0,1 до 13,9 масс. %, причем большинство из 115 определений характеризуется высокими значениями, порядка 2-8 масс.%. Установлены широкие вариации и для давления воды (от менее 0,1 до 6,1 кбар), причем флюидное давление во многих случаях значительно превосходит величину литостатической нагрузки выше залегающих пород. Возникающие на позднем этапе кристаллизации кислых магм повышенные градиенты флюидного давления являются причиной восходящего движения гидротермальных растворов, формирующих рудные месторождения. Образование некоторых постмагматических месторождений олова и вольфрама, связанных с лейкогранитами, вероятно, происходит за счет экстракции хлоридными флюидами олова и вольфрама из магм или пород.

KOZLOV V.D., A.P.Vinogradov Institute of Geochemistry of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Irkutsk, USSR

A SYSTEM OF GEOLOGO-GEOCHEMICAL ASSESSMENT OF THE RAREMETAL OREBEARING OF GRANITIC INTRUSIONS

A concrete and objective assessment of orebearing is only possible for the raremetal mineralization, the element composition of which is limited by granitophile elements (Sn, W, Mo, Li, Be, Ta, Nb, TR, Zr) which are **closely** connected with granites.

The most typical features of orebearing intrusions are: a) the connection with zones of deep faults (relation to postorogenic development stage); b) the adamellite-leucogranitic intrusion composition; c) their confinement to regions of gravitational minimums; d) being hypabyssal; e) differentiation and multiphase; f) the granites are raremetallic, having an increased clarke for concentrations of characteristic granitophile elements and representing an own and independent characteristic of orebearing intrusive systems.

Each of these features is necessary for orebearing intrusions but not sufficient for their diagnostic. The mentioned features make up the group feature satisfactory for the determination of ore-bearing intrusions among alike ones but oreless formations.

The most important factor is the raremetalness, defined by the feature of a group accumulation of granitophile elements in orebearing granites, the degree of which for various intrusions is not the same. It is shown that the raremetalness can be assessed quantitatively through clarks based on averaging the trace-element characteristics of granites for concrete intrusions upon the **average** concentrations of granitoids. Generally, the orebearing and productivity of concrete intrusions are proportional to the volume and degree of raremetalness of their granites.

The metallogenic profile of provinces connected with granites of raremetallic mineralization is determined by the general chemism of the orebearing raremetallic intrusions. The provinces of Sn-W raremetallic profile are connected with raremetallic intrusions of the calc-alkalic series representing typical crustal magmatic formations. The Mo-W raremetallic provinces are controlled by raremetallic granitic intrusions of a subalkalic series, the initial melts of which have formed in the lower levels of the Earth crust.

КОЗЛОВ В.Д., Ин-т геохимии им. А.П.Виноградова СО Академии наук СССР, г.Иркутск, СССР

СИСТЕМА ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ РЕДКОМЕТАЛЬНОЙ РУДОНОСНОСТИ ГРАНИТНЫХ ИНТРУЗИЙ

Конкретная и объективная оценка рудоносности гранитных интрузий возможна только в отношении редкометального оруденения, элементный состав которого ограничивается кругом гранитофильных элементов (Sn, W, Mo, Li, Be, Ta, Nb, TR, Zr), тесно связанных с гранитами. Наиболее общими типичными признаками рудоносных интрузий являются: а) связь с зонами глубинных разломов (принадлежность к посторогенной стадии развития); б) адамеллит-лейкогранитный состав интрузий; в) приуроченность их к участкам гравитационных минимумов; г) гипабиссальность; д) дифференцированность и многофазность; е) редкометальность слагающих гранитов, которая выражается в повышенных относительно кларкового уровня концентрациях характерных гранитофильных элементов и представляет самостоятельную и независимую характеристику рудоносных интрузивных систем. Каждый из названных признаков, взятый отдельно, являясь необходимым (обязательным) для рудоносных интрузий, в то же время недостаточен для их диагностики. Все вместе перечисленные признаки формируют групповой признак, достаточный для выделения рудоносных интрузий среди им подобных, но безрудных образований. Одним из наиболее важных признаков является редкометальность, определяемая признаком группового накопления гранитофильных элементов в рудоносных гранитах, степень которого для разных интрузий неодинакова. Показано, что редкометальность может быть оценена количественно в единицах кларков на основе нормирования редкоэлементной характеристики гранитов конкретных интрузий по кларковым концентрациям для гранитоидов. В общем случае рудоносность и продуктивность конкретных интрузий пропорциональна объему и степени редкометальности слагающих их гранитов. Металлогенический профиль провинций связанного с гранитами редкометального оруденения определяется общим химизмом рудоносных редкометальных интрузий. Провинции Sn-W- редкометального профиля связаны с редкометальными интрузиями известково-щелочного ряда, представляющими типичные коровые магматические образования. Mo-W-редкометальные провинции контролируются редкометальными гранитными интрузиями субщелочного ряда, исходные расплавы которых формировались в нижних уровнях земной коры.

KOZLOWSKI KAZIMIERZ, Silesien University, Sosnowiec, Poland

GRANULITES OF THE POLISH PART OF THE SUDETES MOUNTAINS

In the Polish part of the Sudetes Mountains granulites are exposed at the surface in two areas: a. Zlote Mts. (Klodzko Valley) and b. Sowie Mts. All Polish granulite complexes occur as minor bodies within exteusive greiss masses. The Zlote Mts. granulites represcut a complex of fine-grained methamorphic rocks, built of alternating light and dark coloured layers. Typical light granulites consist of quartz, acid plagioclase, microcline, scarce garnet and small amount of mica. Sporadical occurrence is noted of rutile, kyanite and aggregate hornblende, the latter probably secondary after pyroxene. The dark granulites are greenish, fine-grained rocks with a massive haphazard texture, rich in red garnet and pyroxene. Analytical results of garnet and pyroxene reveald the garnet to be rich in calcium (eclogite - type) and the pyroxene to be typical omphacite. It is hier the first time that omphacite and feldspar have been found to occur in a state of equilibrium. The Sowie Mts. granulites are mainly light - coloured and composed of feldspars quartz and garnet. Also from these rocks mineral coustitucnts have been separated and analyzed. Comparative studies have been carried out of the two Polish granulite complexes as well as the Bohemian Massif granulites.

KRAMM U., Institute für Mineralogy, Münster, FRG; KOGARKO L.N., V.I. Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

SOURCES OF ALKALINE MAGMATISM AND ORE DEPOSITS OF KOLA PENINSULA

The world largest agpaitic magmatic systems of Khibina and Lovozero massifs, which have mineral deposits of rare elements (Zr, Nb, TR), phosphatic raw material, aluminium are developed on Kola peninsula. The estimation of sources of alkaline magmatism and ore substance' deposits, the investigations of Sr/Rb isotope geochemistry of these formations were carried out. The isochrones of all rocks and ores of Khibina and Lovozero massifs were constructed as a result of the researches. The received age = 365±12 million years of Lovozero and Khibina massifs is identical. Having compared the received values with data on ultrabasic alkaline intrusions of Kola peninsula, e.g. Africand (363 mlm years), Khabozero (365 mln years) one can conclude, that during the development of alkaline magmatism of the Baltic shield, the paleosoic cycle (one and not two) of ultrabasic-

alkaline complexes' formation, which include giant intrusions of apatite nepheline syenites took place. The supposition about single magmatic ultra-alkaline complex of the Kola peninsula on the basis of geochemical data was introduced by us earlier. Isotopic investigations showed, that all rocks of Lovozero and Khibina massifs, apatite deposits of Khibina and Lovozero, eudialite rocks of Lovozero complex are characterised by close values of isotope ratios Sr^{87}/Sr^{86} = 0,7036 - 0,7038 for carbonatites of Khibina alkaline massif - are of great interest. The model on development of Khibina complex' alkaline magmatism is also suggested.

KRAVCHENKO S.M., Institute of Mineralogy, Geochemistry and Crystal Chemistry of Rare Elements of the USSR Academy of Sciences and USSR Ministry of Geology, Moscow, USSR

MINERAL POTENTIAL CRITERIA AND METHODS OF QUANTITATIVE PREDICTION OF MINERAL DEPOSITS OF VOLCANO-PLUTONIC CENTRE-TYPE COMPLEXES

1. According to the system analysis principles three levels of object investigation organisation and three types of prediction problems can been distinguished, with corresponding plutonic, extrusive and effusive bodies, entering into complexes, complexes themselves and volcano-plutonic fields. 2. In cases, when layered intrusion are part of centre-type complexes (Chibina, Lovozero, Odichincha a.o.) it is possible to determine the depth of ore bodies with the help of quantitative mathematical models of connection between the composition of minerals and their localization in layered series. The problem of the depth determination of blind apatite-nepheline ore bodies was solved on the basis of the established laws of change in composition of apatite and titanomagnetite (Kravchenko a.o. 1979). 3. On the basis of the revield correlation between the feature (read from the geological map) and reserves of niobium in pyrochloric deposits of ring complexes belonging to the alkali-ultramafic formation, their potential metalliferrous type were distinguished and niobium reserves estimmated. The isolines of niobium reserves were traced by the method of "slipping window" on the factor analysis main component diagram for 90 central-type complexes with ore bearing and the ore-free standart groups. This method permitted to estimate potential niobium reserves for many massifs (Kravchenko, 1982). 4. The districts of probable localization of potentially ore bearing centre-type complexes were determined on the basis of "principle discrete". The interval between subsidence calderas and ring intrusives complexes, located in latitude range, and between ranges is 21 $\pm$ 4 km (Kravchenko, 1966, 1979).

КРАВЧЕНКО С.М., Ин-т минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов Академии наук СССР и Министерства геологии СССР, г.Москва, СССР

КРИТЕРИИ РУДОНОСНОСТИ И МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТИПА

I. В соответствии с принципами системного анализа выделяются три уровня организации объектов исследования и три разномасштабных класса прогнозных задач, которым соответствуют интрузивные, экструзивные и эффузивные тела, входящие в состав комплексов центрального типа, сами комплексы и вулкано-плутонические поля. 2. В тех случаях, когда в состав плутонических комплексов центрального типа входят расслоенные интрузии (Хибины, Ловозеро, Одихинча и др.) возможно определить уровень локализации рудных тел, используя детерминированные модели связи состава минералов расслоенной серии с их положением в разрезе. На основе установленных закономерностей изменения состава апатита и титаномагнетита решена задача определения глубины залегания скрытых апатит-нефелиновых рудных тел Хибин (Кравченко и др., 1979). 3. На основе установленной корреляции признаков плутонических комплексов щелочно-ультраосновной формации (считываемых с геологической карты) с запасами ниобия пирохлоровых месторождений выделены потенциально рудоносные типы и оценены их потенциальные ресурсы. На диаграмме главных компонент 90 массивов центрального типа с рудоносными и заведомо безрудными эталонными группами методом "скользящего окна" проведены изолинии запасов ниобия, что позволило определить потенциальные ресурсы ниобия многих массивов (Кравченко, 1982). 4. Участки вероятной локализации потенциально рудоносных комплексов центрального типа установлены в пределах Центрального Алдана на основе "принципа дискретности". Расстояние между кальдерами проседания и интрузивными комплексами, расположенными в пределах рядов и между рядами, составляют 21 ± 4 км (Кравченко, 1966, 1979).

KREMENETSKY A.A., OVCHINNIKOV L.N., Institute of Mineralogy, Geochemistry and Crystallochemistry of Rare Elements of the USSR Academy of Sciences and Ministry of Geology, Moscow, USSR

STRUCTURE, COMPOSITION AND DEVELOPMENT OF THE CONTINENTAL CRUST IN THE ARCHEAN

The generalized section of the continental crust of the Eastern-European platform down to depth of 25-30 km has been made for the first

time on the basis of deep and super deep bore holes data which have been drilled in the crystalline basement of the Baltic shield (Kola CG-3) and Russian plate (20000, 663, 2000). Considering seismic data the section is extrapolated down to Moho surface and subdivided into 3 layers: upper (0-15 km) granite gneissic, middle (15-30 km) granulite gneissic and lower (30-40 km) protocrust one. Supracrustal complexes of the first two layers have bimodal composition, metabasites' $(^{87}Sr/^{86}Sr)_0$= 0,7040-7063 portion decreasing successively with depth (25-50% in the upper layer, 5-10% in the middle one). Enderbite plagiogneiss complexes of the middle layer are characterized by homogeneous structure and composition with $(^{87}Sr/^{86}Sr)_0$= 0,7016 and those of the upper layer by bedded structure and heterogeneous composition with more high values of the ratio $(^{87}Sr/^{86}Sr)_0$= 0,7070-0,72480; their average compositions correspond to dacite with tendency of decreasing of K_2O, ΣFe content and increasing Na_2O, MgO and CaO content with depth, SiO_2 and Al_2O_3 being constant. Extrapolation of this tendency below 30 km allows to determine the protocrust composition as dacitic and to refer the primary mantle melts, forming the protocrust, to the sodium series of tholeiite type. The model of successive growth of the protocrust by means of magmatic differentiation of primary mantle (AR_1) and primary crust (AR_2) melts is proposed, the differentiation being accompanied by successive accumulation of potassium and rare lithophilic elements in their acid members forming the middle and then the upper layers of the continental crust.

КРЕМЕНЕЦКИЙ А.А., ОВЧИННИКОВ Л.Н., Ин-т минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов Академии наук СССР и Министерства геологии СССР, г.Москва, СССР

СТРОЕНИЕ, СОСТАВ И РАЗВИТИЕ КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ КОРЫ В АРХЕЕ

По данным глубоких и сверхглубоких скважин, пробуренных в кристаллическом фундаменте Балтийского щита (Кольская СГ-3) и Русской плиты (скв. 20000, 663, 2000) впервые построен обобщенный разрез континентальной коры Восточно-Европейской платформы до глубины 25-30 км, который с учетом сейсмических данных экстраполирован до поверхности Мохо и подразделен на 3 слоя: верхний (0-15 км) гранито-гнейсовый, средний (15-30 км) гранулито-гнейсовый и нижний (30-40 км) - протокоровый. Супракрустальные комплексы первых двух слоев имеют бимодальный состав, при этом доля метабазитов $(^{87}Sr/^{86}Sr)_0$= 0,7040 - 0,7063 последовательно уменьшается с глубиной (25-50% в верхнем слое; 5-10% в среднем). Эндербит-плагиогнейсовые комплексы среднего слоя имеют однородное строение и состав с $(^{87}Sr/^{86}Sr)_0$= 0,7016, а в верхнем - слоистое строение и пестрый состав с более высокими значениями $(^{87}Sr/^{86}Sr)_0$= 0,7070-0,7248; средние составы их отвечают дациту с

тенденцией уменьшения на глубину K_2O, ΣFe и увеличения Na_2O, MgO и CaO при том же количестве SiO_2 и Al_2O_3. Экстраполяция этой тенденции ниже 30 км позволяет определить состав протокоры как дацитовый, а первичномантийные расплавы, формировавшие протокору, отнести к натровой серии толеитового типа. Предложена модель последовательного наращивания протокоры путем магматической дифференциации первичномантийных (AR_I) и первичнокоровых (AR_2) расплавов, сопровождаемой последовательным накоплением калия и литофильных редких элементов в их кислых членах, формирующих средний, а затем и верхний слои континентальной коры.

KRYZA RYSZARD, MUSZYNSKI ANDRZEJ, Univ. of Wroclaw, Poland

BASIC - ACID LAVAS ASSOCIATIONS IN THE TORFAJÖKULL AREA (S ICELAND)

The chemical compositions (18 published and 8 new analyses) of the historical time lavas from the Torfajökull area indicate that theese acid-basic rocks represent two different rock series: 1. transitional alkalic series (tholeiitic basalt - quartz hawaiite - rhyodacite - alkali-feldspar rhyolite), 2. alkalic series (basalt - mugearite - - quartz alkali-feldspar trachyte - alkali-feldspar rhyolite = comendite). The Rittmann Norm of the basic members of the two series is similar: plagioclase An_{50-50}, sub-calcic augite, quartz or olivine.

The rhyodacites and rhyolites of the transitional alkalic series consist of normative alkali feldspar (± plagioclase), quartz, pigeonite or biotite whereas the acid members of the alkalic series contain alkali feldspar, quartz, aegirine-augite, cossyrite and natrisilite. The lavas in the northern part of the Torfajökull area belong to the transitional alkalic series. Theese extrusions are a direct continuation of the Veidivötn volcanic system (northeast of Torfajökull) which produces basalts of the tholeiitic series. The lava flows in the centre and southwest corner of the area represent the alkalic series. The postglacial volcanic systems southwest of this area also produce rocks of the alkalic series. Most probably a petrological boundary cuts across the Torfajökull acid area. Petrografic features and all of availabe chemical data have been reviewed in the discussion on the possible models of magma evolution which produced the two rock series.

KUBONICS IMRE; Eötvös L. Univ. Petr. Geochim., Budapest, Hungary

CRYSTALLIZATION OF ARTIFICIAL ULTRABASIC-BASIC SILICATE MELT AS A FUNCTION OF TEMPERATURE AND OXIDATION DEGREE

Experiments carried out with different types of slag and flue-ash, ultrabasic-basic magmatites and with certain sedimentary rocks unambiguously verify that the structure of the silicate melt changing as a function of chemical composition and mainly of oxygen fugacity and temperature, i.e. the rate of addition or condensation polymerization, determines fundamentally the quantities resp. ratio of different solid phases (feldspars, mafic silicates, oxide minerals). Essentially, the factors mentioned above affect the coordination number of the Al(III) ion, too. Under reductive conditions, e.g. in case of ash of high coal and FeO^{x} content, the precipitation of the oxide components (e.g. magnesioferrite, magnetite, hematite) decreases to minimum or is completely stopped and this produces the increased relative concentrations of Fe(II) ions in the "remaining melt". This considerably lowers the optimal temperature of crystallization and increases the crystallization capacity of the "remaining melt". As a result of these, a phenocryst product consisting predominantly of Fe(II) and partly of Mg(II) rich pyroxenes, or being predominantly of fayslite-composition olivine will be produced (rock).

KUBOVICS IMRE, GÁL-SOLYMOS KAMILLA, SZABÓ CSABA, Eötvös L. Univ. Petr. Geochim., Budapest, Hungary

PETROLOGICAL AND GEOCHEMICAL INVESTIGATION ON THE ULTRAMAFIC XENOLITHS OF MAFIC ROCKS FROM HUNGARY AND BURGENLAND (AUSTRIA)

Pliocene-Pleistocene basalts-basanites and basaltpyroclastics in Carpathian basin are rich in megacrystals (hornblende, pyroxene, resorbed feldspare) and ultramafic xenoliths of different composition. The xenoliths consist mainly of olivine and pyroxene (lherzolite, peridotite, harzburgite) but at places xenoliths rich in phlogopite (micaceous peridotite) were also found. The results of the systematic comparative mineralogical-petrological and geochemical study of xenoliths and enclosing rock specimens of the Pliocene-Pleistocene volcanic suite and the Mosozoic (Cretaceous?) mafic-ultramafic complex (the latter known from boreholes of the Transdanubian Central Range) suggest mantle and partly also crustal origin of the xenoliths. It turned out that the amount of xenoliths

and also the chemical composition of their minerals - particulaly the ratio of Mg_2SiO_4 to Fe_2SiO_4 in the olivine - varies from place to place. These suggest that both the chemical composition and the evolution of the upper mantle and the crust were subject to a definite time and space variation within the Carpathian basin.

KULIKOV V.S., KULIKOVA V.V., Institute of Geology of the Karelian Branch of the USSR Academy of Sciences, Petrozavodsk, USSR

EARLY PROTEROZOIC KOMATIITES

Studies conducted in recent years in the different regions of the globe have shown the rocks of komatiite series to be common at different stratigraphic levels ranging from the Archean to the present day. Their maximum occurrence in the Archean, which was concomitant with the formation of greenstone belts, is usually attributed to the specific geodynamic regime that existed at the early stage of the Earth evolution. The distribution of Proterozoic komatiites is limited. Their typical representatives have been found in the Aphebian of the Canadian Shield (Fox River and Cape Smith belts; Baragar, 1981) and in the Karelian of the Baltic Shield (Vetreny Poyas and Imandra-Varzuga zones; Kulikov et al., 1981). As a rule, they formed under riftogenesis conditions. In this case terrigenous sedimentation, predominant at the initial developmental stages of prorift structures, gave way to later intense fissure-type volcanism and to multiflow komatiite terrains often formed in association with tholeiite to reach a thickness of a few kilometres. By contrast to Archean komatiites, in which ultramafitic members are common, Proterozoic komatiites have predominantly mafic varieties, whereas in stratiform flows ultramafic members are widespread. Porphyry, microspinifex and more scarce spinifex structures are characteristic of Proterozoic komatiites. It has been shown experimentally that the above structures were formed within the range of 1350-1100°. Early Proterozoic komatiites are very peculiar as compared to their Archean counterparts. This seems to reflect a substantial change in the geodynamic regime of the planet that took place at the Archean-Proterozoic boundary.

КУЛИКОВ В.С., КУЛИКОВА В.В., Ин-т геологии Карельского филиала Академии наук СССР, г.Петрозаводск, СССР

РАННЕПРОТЕРОЗОЙСКИЕ КОМАТИИТЫ

Исследованиями последних лет в разных регионах нашей планеты показано развитие пород коматиитовой серии на различных стратиграфических уровнях от архейского до современного. Максимальное их проявление в архее при формировании зеленокаменных поясов обычно связывают со специфическим геодинамическим режимом раннего этапа развития земли. Протерозойские коматииты развиты ограниченно, типичные представители установлены в афебии Канадского (пояса Фокс Ривер, Кейп Смит; Baragar,1981) и карелии Балтийского (зоны Ветреный Пояс, Имандра - Варзуга; Куликов и др., 1981) щитов. Их образование происходило, как правило, в условиях рифтогенеза, где на начальных стадиях развития проторифтовых структур преобладало терригенное осадконакопление, которое в дальнейшем сменилось интенсивным вулканизмом трещинного типа и формированием многопотоковых толщ коматиитов часто в ассоциации с толеитами мощностью в несколько километров. В отличие от архейских коматиитов, где широко развиты ультрамафитовые члены, в протерозойских преобладают мафитовые, а ультрамафитовые разновидности характерны для расслоенных потоков. Для протерозойских коматиитов типичны структуры порфировые, микроспинифекс, реже спинифекс. Экспериментальным путем показано, что данные структуры формировались в интервале 1350-1100°. Своеобразие раннепротерозойских коматиитов по сравнению с архейскими, вероятно, является отражением существенного изменения геодинамического режима нашей планеты на границе архея и протерозоя.

KUSHIRO IKUO, Geological Institute, University of Tokyo, Hongo, Tokyo, Japan

GENESIS OF ARC MAGMAS: A CASE IN JAPANESE ARCS

The lateral variations in alkalies/silica, alkalies/alumina, FeO/MgO, alkalies, rare earth elements, H_2O, F, Ba, U, Th and Sr isotope ratio for the Quaternary volcanic rocks across the Japanese arcs, especially in the northeast Japan arc have been examined. These data are combined with the results of our recent experimental studies on partial melting of peridotite and on phase relations of primary magma compositions for the Japanese arcs at high pressures to discuss the origin of the arc magmas. It is concluded that most of the above lateral variations can be explained by (1) increase in the depth of generation or segregation of primary magmas from about

40 km to about 70 km in depth with increasing distance from the volcanic front, (2) decrease in the degree of partial melting in the diapirs which may have ascended from the lower part of the wedge mantle above the subducted slab, and (3) density filtering of heavier primary tholeiitic magmas near the volcanic front. Decrease in the volume of volcanic rocks as well as in the number of volcano away from the volcanic front may be explained by the decrease in the number of the diapirs. It is also suggested that the harzburgite/lherzolite ratio in the upper mantle beneath the island arcs may be larger than that in the oceanic regions.

LAMMERER BERND, Univ. München; WEBER-DIEFENBACH, Univ. München and WIEDEMANN CRISTINA, Univ. Fêdêral Rio de Janeiro, Brasil

THE POST - BRASILIANIAN INTRUSIONS OF ESP. SANTO - BRASIL

The Upper Proterozoic mobile belt of the Mantiqueira structural province near the Atlantic coast of Espirito Santo, Brazil consists of charnockites and granulites in the lower part, exposed in the anticline of the Serra de Caparaô. The higher parts are composed of high-grade gneisses, migmatites, quartzites and marbles, which are postkinematically intruded by a lot of acidic and intermediate igneous intrusions. Extensive crystal fractionation, gravitative mineral settling and autometasomatic processes by enrichment of volatiles in the course of magma-crystallisation led to zoned igneous complexes, composed of olivine-gabbros with well developed corona-structures until alkali-syenites or allanite-granites with a high content of titanium and rare-earth elements. The intrusions are followed by pegmatites, containing genuine topaz and aquamarine. The geochemical and petrogenetic evolution of the igneous bodies and the structural frame will be discussed.

LAGO SAN JOSE M., Dpto. Petrologia. Universidad Zaragoza; POCOVI JUAN A., Dpto. Geomorfologia Y Geotectonica Universidad Zaragoza, España

PETROLOGICAL ASPECTS OF ALCALINE TRIASSIC MAGMATISM IN NE-SPAIN

Some spilitic rocks appears in a NW-SE band of folded upper trias materials at the east of the Sierra del Moncayo (Zaragoza-Spain). Petrographic facies of these magmatic rocks are described, and the paragenesis and cristallization conditions based on microelectron

probe analysis are related. These rocks are characterized by chemical analysis (major and trace elements), and a comparation with tholeitic dolerites which are common in north-east part of Iberian Peninsula is made. The relationship between both spilitic and tholeitic magmatic events and their petrogenetic significance are discussed.

LAPIN A.V., Institute of Mineralogy, Geochemistry and Crystal Chemistry of Rare Elements of the USSR Academy of Sciences and Ministry of Geology , Moscow, USSR

RELATIONSHIPS BETWEEN CARBONATITES AND KIMBERLITES AND SOME PROBLEMS OF THE DEEPEST MAGMA GENERATION

1. The largest areas of carbonatite and kimberlite magmatism - the Siberian and African platforms - cleary exibit spatial antagonism of carbonatite complexes and kimberlites as well as differences in their structural position. The latter are expressed as predominent confinement of kimberlites to the most stable, relatively weakly disturbed parts of the platform, while carbonatite complexes are located in the zones of activization of stable and stabilized areas and are drawn to the boundaries of hard platform blocks, margins of the shields and platforms, rift zones and zones of abyssal faults.

2. Comparison of carbonatite and kimberlite magmatism products, including those with similar rock composition, peculiar to the above formations, shows the features both of mineralogical and geochemical similarity and of apparent typomorphism these formations, which points to the close but essentially different conditions of generation and evolution of carbonatite and kimberlite magmatism.

3. The main petrological and geochemical community of the above formation types is determined by their generation in asthenosphere at relatively low degrees of mantle partial fusion with participation of juvenile fluid solutions which are initiating melting agents. The volumes of carbon dioxide, alkalies and some other components, assotiated with magmatic and metasomatic products of these formations, exclude possible generation of the corresponding magmas within the system closed for these components and point to their migration from deeper mantle levels.

The nature of typomorphic formation features of carbonatite and kimberlite magmatism lies in specific conditions of fluid magmatic activization of mantle substance in various mantle segments, differentiated by the degree of lithosphere penetrability for fluid solution and magmatic melts, by the magnitude of thermal flux, by geo-

therms position and, as a result, by the degree of mantle partial fusion, energy resourses, as well as fluid regime of fused magmas and the character of their evolution in the movement to the surface.

ЛАПИН А.В., Ин-т минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов Академии наук СССР и Министерства геологии СССР, г.Москва, СССР

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ КАРБОНАТИТОВ И КИМБЕРЛИТОВ И НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЛУБИННОГО МАГМАОБРАЗОВАНИЯ

I. На примере крупнейших районов карбонатитового и кимберлитового магматизма Сибирской и Африканской платформ отчетливо проявляется пространственный антагонизм карбонатитовых комплексов и кимберлитов и различия в геолого-структурных условиях их локализации, которые выражаются в преимущественной приуроченности кимберлитов к наиболее стабильным, относительно слабо деформированным частям платформы, в то время как карбонатитовые комплексы размещаются в зонах активизации стабильных и стабилизированных областей и преимущественно тяготеют к границам жестких платформенных блоков, краевым швам платформ, рифтовым зонам и зонам глубинных разломов. 2. Сравнение продуктов карбонатитового и кимберлитового магматизма, в том числе близких по составу пород, свойственных как той, так и другой формации, показывает наличие как признаков минералого-геохимического сходства, так и очевидного типоморфизма каждой из этих формаций, что свидетельствует о близких, но существенно различающихся условиях генерации и эволюции карбонатитового и кимберлитового магматизма. 3. Принципиальная петрологическая и геохимическая общность рассматриваемых формационных типов определяется их генерацией в астеносферной области при относительно низких степенях частичного плавления мантийного вещества при участии ювенильных флюидных растворов, которые служат инициирующим агентом плавления. Объемы углекислоты, щелочей и некоторых других компонентов, связанных в магматических и метасоматических продуктах этих формаций, исключают возможность генерации соответствующих магм в условиях системы, закрытой для этих компонентов, и предполагают наличие их миграции из более глубоких горизонтов мантии. Природа типоморфных формационных особенностей карбонатитового и кимберлитового магматизма заключается в специфических условиях флюидно-магматической активизации мантийного вещества в различных сегментах мантии, отличающихся по степени проницаемости литосферы для флюидных растворов и магматических расплавов, величине термального потока и положению геотерм и, как следствие этого, по степени частичного плавления мантийного вещества, энергетическим ресурсам, флюидному режиму выплавляемых магм и характеру их эволюции при движении к поверхности.

LARSON S., Sveriges Geologiska Undersokning, Göteborg,
TULLBORG E.-L., Sveriges Geologiska AB, Sweden

IGNEOUS LAYERING IN THE ULVÖ DOLERITE CENTRAL SWEDEN

The Ulvödolerite complex consists of several circular dolerite sheets with gentle dips. A spectacular igneous layering is visible as rhythmic layering. Cyptic layering indicates a multiple intrusive character for all dolerite sheets investigated. "Sedimentary" structures like troughs, slumping, cross-bedding etc. are common. The mineralogical composition varies. However plagioclase, augite, olivine and magnetite are the main contributers. A "Stratigraphy" has been established. Thus it is possible to separate 1) a lower, less differentiated zone, 2) a rhythmically layered zone and 3) an upper zone. The upper zone represents the magma which has been cooled from the upper margin of the dolerite sheet, down to the last crystallized parts of the magma.

LAZARENKOV V.G., Leningrad Mining Institute, Faculty of Geology, Leningrad, USSR

FORMATION ANALYSIS OF THE OCEAN ALKALINE MAGMATISM AS COMPARED WITH CONTINENTS

1. The oceanic alkaline provinces are located in the regions of oceanic block ranges and mid-oceanic rift zones; as to the continents alkaline provinces, they are situated in the regions of intercontinental rift and geosynclined zones. The alkaline provinces of near-continental rift zones are in an intermediate position. 2. A number of alkaline oceanic formations represents a greatly cut down part of a long and contrast series of alkaline platform formations. Among oceanic rifts the least complete series of alkaline and comagmatic with them formations belong to mid-oceanic rifts and the most complete and among platform rifts is the formation series of intercontinental rifts. 3. In oceans the occurrence of alkaline rocks is several orders lower than the continents. 4. The history of oceanic alkaline magmatism belongs to the Kainozoic era (about 0.06 mlrd years long), i.e. it is extremely young as compared with the long history of continental alkaline magmatism (2.1 ± 0.3 mlrd years). At the same moment it corresponds with the most intensive period of alakaline magmatism at the continents. 5. In our opinion, the different characteristics of the oceanic and continental magmatism are connected with the different thickness and structure of oceanic and continental crust as well as with different depth of magma formation zones under oceans and continents.

ЛАЗАРЕНКОВ В.Г., Ленинградский горный ин-т, геолфак, г.Ленинград, СССР

ФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ЩЕЛОЧНОГО МАГМАТИЗМА ОКЕАНОВ В СРАВНЕНИИ С КОНТИНЕНТАМИ

I. Щелочные провинции океанов приурочены к глыбовым океаническим хребтам и срединно-океаническим рифтовым поясам, а континентов - к внутриконтинентальным рифтовым зонам и геосинклинальным поясам. Промежуточное положение занимают щелочные провинции периконтинентальных рифтовых зон. 2. Ряд щелочных формаций океанов - резко сокращенная часть длинного и контрастного ряда щелочных платформенных формаций. Среди океанических рифтов наименее полным рядом щелочных и комагматичных им формаций обладают срединно-океанические рифты, среди платформенных рифтов наиболее полным и контрастным является формационный ряд внутриконтинентальных рифтов. 3. В океанах распространенность щелочных пород на несколько порядков ниже, чем на континентах. 4. История щелочного магматизма океанов укладывается в кайнозойскую эру (продолжительностью около 0,06 млрд. лет), т.е. она исключительно молода по сравнению с длительной историей континентального щелочного магматизма (2,I±0,3 млрд. лет). Вместе с тем она совпадает с наиболее интенсивным периодом щелочного магматизма на континентах. 5. Различия щелочного магматизма океанов и континентов, по нашему мнению, связаны с различиями в мощности и строении океанической и континентальной коры, а также с различной глубиной зон магмаобразования под океанами и континентами.

LEE MIN SUNG, Department of Earth Sciences, Seoul National University, Seoul, S.Korea

TUNGSTEN DEPOSITS OF KOREA

Mesozoic to early Tertiary granitoids in Korea can be classified into three series: Triassic Songrim granitoid series, Jurassic Daebo granitoid series and Cretaceous Bulgugsa granitoid series. The tungsten deposits in Korea can be classified into pegmatite-type, skarn-type, vein-type and breccia pipe-type deposits. Over fifty percent of the deposits are distributed intensively in the central part of South Korea. Seventy five percent of the deposits are vein-type. Vein-type deposits are formed in the tensional fraction zone of NS system. The NS fracture system contributed not only to the tungsten mineralization but also to other hydrothermal metallic mineralizations. The chemical compositions of the sheelites and wolframites from several tungsten deposits are compared with each other for the

purpose of examining the chemical characteristics in accordance with the types of deposits. The cadmium contents of sphalerites in the tungsten deposits seem to be closely related to the abundance of the tungsten minerals in ore deposits. Certain skarn- and vein-type deposits show conspicuous zoning. Data from various fluid inclusion studies are presented in order to show the homogenization temperature, salinity and CO_2 concentration in accordance with the types of deposits. The data on the sulfur isotope and K-Ar age dating studies suggest that the tungsten and other hydrothermal metallic mineralizations are possibly related to the Cretaceous to early Tertiary Bulgugsa granitoid series. In South Korea, tungsten-molybdenum deposits are not recognized as conspicuous zoning or separation of tungsten and molybdenum mineralization as in the case of Japan. These features appear to be due to the differences in the nature of granitoids.

LESHER C.M., University of Western Australia, Geology Department, Nedlands, Australia; GROVES D.I., University of Toronto, Earth and Planetary Sciences, Mississauga, Canada

GEOCHEMICAL AND MINERALOGICAL CRITERIA FOR THE IDENTIFICATION OF MINERALIZED KOMATIITES IN ARCHEAN GREENSTONE BELTS OF AUSTRALIA

Komatiite-associated nickel deposits form an important component of a major class of magmatic Ni-Cu sulphide deposits hosted by rocks of komatiitic affinity in Archean greenstone belts. There are several geochemical and mineralogical criteria which identify the mineralized komatiite sequences and the specific host units. 1) On a regional scale, chromites from komatiites throughout mineralized ultramafic sequences are significantly enriched in Zn (>0,6 at% Zn) relative to unmineralized sequences and hosts to komatiitic dunite-associated nickel deposits. These anomalous chromite compositions may relate to separation of immiscible sulphides from parental magmas prior to emplacement. 2) At Kambalda, spinifex-textured zones of all komatiite flows exhibit significant chalcophile-element depletion, also consistent with sulphide separation from the parental magma. Preliminary data suggest that only komatiite sequences associated with major (Kambalda-size) nickel deposits will show detectable chalcophile-element depletion. 3) Data from Kambalda suggest that basal host units are structurally and

geochemically distinctive components of the ultramafic sequence: they are thicker (up to 100m), better differentiated (texturally and compositionally), more magnesian (up to 45% MgO) and depleted in Ti, Al, Cr, Fe and Zn relative to adjacent barren flanking basal units. They were derived from more magnesian liquids (28-31% MgO) and comprise more forsteritic olivine (Fo94-91) than adjacent units and overlying flows (<26% MgO and Fo91-89). These geochemical and mineralogical data provide potentially useful criteria for mineral exploration as well as important constraints on ore genetic models.

LETNIKOV F.A., Institute of the Earth Crust of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Irkutsk, USSR

EVOLUTION OF FLUID REGIME OF ENDOGENIC PROCESSES IN THE HISTORY OF EARTH

Distribution of gases and H_2O in rocks and minerals formed in the range from early Archean to Cenozoic was studied by methods of gas chromatography. In this time range the gas content insignificantly increased but H_2O content increased in several times rarely by an order, at the development of endogenic processes. At the border of early and late Archean and in other cases of Archean and Proterozoic essentially reduced fluid systems changed into oxidized ones with increasing H_2O content. This fact specified characteristics of endogenic processes for early Archean, their "dryness". The comparison of mole quantities of C and H suggested, that H : C ratio of fluids increased for all types of rocks beginning from Archean to Paleozoic rocks. According to this ratio, Paleozoic rocks have similar basites and ultrabasites and rarely different basites. Therefore, the fluid systems are suggested to be uniform for all endogenic processes in Archean and Paleozoic, but in Paleozoic they are devided into pallial and crustal. The early stages of the development of the Earth are characterized by intense C aevacuation to the surface. This allows to believe, that the recent development of Venus corresponds to early Archean of the Earth formation. Accumulation of C in exosphere appeared to be a favourable factor for the conception and the development of life on the Earth. Hence, the emergence and the development of life on the Earth was due to specific fluid regime of endogenic processes. All geologic history of the Earth is characterized by the absence of"carbonaceous front" in deep mantle in the range of carbonatitic and kimberlitic magmas were generated.

ЛЕТНИКОВ Ф.А., Институт земной коры Сибирского отделения Академии наук СССР, г. Иркутск, СССР

ЭВОЛЮЦИЯ ФЛЮИДНОГО РЕЖИМА ЭНДОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ИСТОРИИ ЗЕМЛИ

Методами газовой хроматографии изучено распределение газов и H_2O в горных породах и минералах, образовавшихся от раннего архея до кайнозоя. В этом временном интервале по мере развития эндогенных процессов доля газовой составляющей во флюидах возросла незначительно, а H_2O увеличилась в несколько раз, иногда на порядок. На рубеже раннего и позднего архея, в других случаях архея и протерозоя, существенно восстановленные флюидные системы сменились окисленными со все возрастающей долей H_2O. Это обстоятельство определило специфику эндогенных процессов в раннем архее, их "сухость".

Сопоставление мольных количеств C и H во флюидах показало, что от архея до палеозоя во флюидах из всех типов горных пород происходило увеличение H:C отношения. У палеозойских пород по этому параметру близки базиты и гипербазиты и резко отличаются граниты. Поэтому для архея и протерозоя можно полагать однотипность флюидных систем для всех эндогенных процессов; а в палеозое произошло их разделение на мантийные и коровые.

Ранние этапы развития Земли характеризовались интенсивным выносом углерода на ее поверхность, что позволяет полагать, что теперешний уровень развития Венеры отвечает раннеархейскому этапу формирования Земли. Накопление углерода в экзосфере Земли явилось благоприятным фактором для зарождения и развития здесь жизни, следовательно появление и развитие жизни на Земле обусловлено спецификой флюидного режима эндогенных процессов.

Вся геологическая история Земли характеризуется отступлением в глубь мантии "углеродного фронта", в пределах которого генерировались карбонатитовые и кимберлитовые магмы.

LI JINMING, SHI ZHANYI, LI ZHENXING, Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Xi'an, China

THE FABRIC FEATURES AND ITS GEOLOGICAL SIGNIFICANCE AS RELICTS OF MANTLE ROCK IN TANGBALE ULTRABASIC ROCK BODY

The Tangbale ultrabasic rock body is located in the southern side of the western section of Dalabute fault in west Junggar, Xinjiang. The relicts generated by partial melting of the mantle rock within the body are widely distributed. 1. There are murbruk, medium to coarse grained forsterite of the mantle within all the murbruk dunite,

mylonitization harzburgite, but the former is marked by fine granalar recrystallized forsterite and the latter, by impalpable blast forsterite. 2. The occurrence at the slip face horizon of the murbruk dunite is basically identical with that of the Dalabut fault. This fault thus would be recognized as an ultra-crust rift. However the occurrence at the slip face horizon of the mylonitization harzburgite basically conforms with that of the nearly compreso-crushed zone. 3. The preferred orientation of the murbruk, medium to coarse grained forsterite is poor displayed, but the preferred orientation of the granular finely recrystallized and impalpble blast forsterite is remarkable. The fomer reveals stress dispersion under environment of the mantle and in the latter stress concentration of the Earth crust. Such fabric feature may bear certain fixed geological significance in the analyse and study of the mineralization and expleration of chromite.

LI SHUXUN, MA ZHIHONG, WU CHANGHUA, GAO JIFENG, Changchun College of Geology and Chinese Academy of Geological Sciences, China

THE CHARACTERISTICS OF THE METAMORPHISM AND ITS EVOLUTION OF THE EARLY PRECAMBRIAN IN NORTH CHINA

The Precambrian metamorphic series widely exposed on the North China platform, particularly in northern Shanxi province and Inner-Mongolia.On the metamorphism in the whole area four significant thermal events might be recognized. The granulite facies area (M1) is situated in the northern and western margins of the platform and formed 2800 my (?) ago under the temperature of 750°-1000°C and the pressure of 4.5 Kb. The geothermal gradient is postulated in the range of 30°-45°C/Km. It is the product under the circumstance of high temperature and lower pressure. The progressively metamorphic area of amphibalite horblendite facies (M2) is in EW or NE direction destributed linearly in the inner platform. The thermal event took place 2500 my ago under the temperature of 450°-670°C and the pressure of 4-6.9 Kb, with the geothermal gradient in the range of 19-35°C/Km. That cyanite associates with cordierite indicate a transitional phase of middle and lower pressure. The greenschist facies area (M3) is scattered in the platform and formed 1800-2000 my ago under the temperature of 350°-450°C and a moderate pressure. Subgreenschist (phyllite-slate) metamorphic area (M4) indicates a weak metamorphism of overlying strata after the rigification of the platform. It took place 1600 my ago under the temperature lower than 350°C with small geothermal variation. Regional dynamic

metamorphism played a predominant role in the formation of the facies. Facts show a trend that with the decreasing of temperature the distribution area decreases, stress increases and the geothermal distribution changes from brachy axis-like to linear. It is consistent with the evolution of the conversion from an active zone to a platform.

LIN M.B., Grant Institute of Geology, University of Edinburgh, West Main Road, Edinburgh, U K

STRUCTURAL EVOLUTION IN GLEN DOLL, SOUTH EAST HIGHLAND, SCOTLAND

Abstract: Based on a revised survey of the study area a polyphase history of deformation and metamorphism has been recognized with important D_1-D_2 isoclinal folding and D_3 cross folding.
A half culmination of D_3 may exist in the present area which is probably the continuation of Tarfside culmination.
Between D_2 and D_3 a crush zone developed which may indicate a long period thrust zone. In relation to the crush zone some volcanic activity, igneous injection and dynamic metamorphism occurred.
Small structures and microfabrics show evidence for the dynamic metamorphism and recrystallization of the minerals in the crush zone. Lenticulization of quartz grains, brecciation and recrystallization of rocks, the orientation of some metamorphic minerals are very common.
Late cross folding and faulting complicated the configuration of the structures of this area. The characters of sill-like rocks and serpintinite as well as the "Old Granite" all have their importance in explanation the structural history of this area. The significance of ramps in study of thrusts.

Iin maobing (Grant institute of Geology, University of Edinburgh, U.K.)
In this paper based on the study in Moine thrust zone in North West Scotland the general roles of ramps in thrusting, particularly the relationship between ramp and imbricate zone has been discussed in which the horizontal component of the push force caused by the ramps is the main force to form an imbricate zone. The author of this paper points out that the presence of ramps may indicate the existence of imbricate zone. For this two types of forming conditions of ramps are refered according to their origin and composition. Some hard rocks or earlier structures such as faults, antiforms or warps beneath the thrust sheet may indicate the existence of ramps. Ramp as a factor to cause the dyke deformation as well as to reduce the energy for a thrust are also regarded.

The position of ramp in related to the decollement surface and the sequence of imbricate zone has been talked about.
A convolution fault structure in imbricate zone was found and the genetical mechanism is given in this paper. The sequence of the imbricate zone or perhaps the nappes can be determined by using this kind of convolution structure.

LIU GUOHUI, GUO HUQI, Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, China

A PAIR OF METAMORPHIC BELTS OF THE YARLUNG ZANGBO RIVER IN XIZANG OF CHINA

Field and laboratory studies reveal that there is a pair of metamorphic belts occurred in the southern and northern region along the middle stream of the Yarlung Zangbo River. The southern one is called Yarlung Zangbo high-pressure metamorphic belt, and the northern, the other one-Cangdese low-pressure metamorphic belt. The strata of Mesozoic Era in Yarlung Zangbo belt had widely suffered low-temperature metamorphism of greenschist facies. The variety of original rocks has give rise to difference of mineral paragenesis. The association of glaucophane and stilpnemolane has found in the metamorphosed basic volcanic rocks, lawsonite-prehnite in the metamorphosed ultrabasic and basic rocks, and chloritoid-sericite in the metamorphic argillo-arenaceous rocks. These rocks are closely associated with ophiolites and melanges. The Cangdese metamorphic belt consists mainly of a huge granitoid batholith and a wide area of intermediate, intermediate-acid to acid calc-alkali volcanic rocks with subordinate schists, phyllites and slates. The metamorphic grads belong to amphibolite and greenschist facies. Characteristic minerals as andalusite, cordierite and sillimanite are observed in different metamorphic rocks. The granitoid has some U-Pb zircon ages of 82-17 my. and K-Ar whole rock ages of 116-30 my. The metamorphic rocks have some K-Ar whole rock ages of 119-21 my. They are possible to show many periods or stages on magmatism and metamorphism. The formation of paired metamorphic belts is due to underthrusting-collision of the continental plates during period from later Cretaceous to Miocene. The belts together with other geological feature illustrate that the region of Yarlung Zangbo River is of a typical suture.

LIU RUXIN AND ZHOU XINHUA, Institute of Geology, State Seismological Bureau., Beijing, China

CHEMICAL HETEROGENEITY AND ITS CONSTRAINTS ON THE STRUCTURE BENEATH NORTH CHINA

The temporal/spatial trends and the geochemical/isotopic features suggest that the Cenozoic basaltic rocks of north China were derived from a coherent chemical geodynamic process. The geochemical constraints of the early Tertiary basalts show that their source may be the melts of the lithospheric mantle induced by uplift of upper mantle, consequently, it led to rifting and subciding on the surface. The geochemistry of late Tertiary and Quaternary basalts erupted along two deep fault zones located in the east and west parts of this region respectively, implies the existence of plume sources which have been depleted for long time and were metasomatized prior to their eruption. The contrast between geochemistry of two zones suggests that there are higher heat flow and stress, stronger metasomatism and multi-stage episodes in the east zone. It is believed that the tectonic pattern of this region is caused by the combined effects of subduction of Pacific plate and the collision of the Indian plate. However, the authors emphise that the deep structure of this region is controlled by the mantle geodynamics mentioned above. It may be one of the major driving forces forming the Cenozoic graben/rift system on the surface. These arguments are supported by geophysical sounding, research of mantle-derived nodulus and analysis of extensional tectonics in the same region.

LIU YIMAO, Institute of Geochemistry, Academia Sinica, Guiyang, Guizhou Province, China

MAGMATIC DIFFERENTIATION AND THE ORIGIN OF RARE-METALS BEARING GRANITES

At present the principal focus of the dispute consideres two different origin of the Niobium-Tantalum bearing granites: 1. The origin of magmatic differentiation; 2. Origin of metasomatism of post-magma. The most of rare-metals granites distributed widly in the South China are the members of the later magmatical development which are mainly resulted from the partial melting to extents in the upper and lower crust. We consider that concentration of Nb, Ta and related metals in roof of granite intrusive body is mainly the result of magmatic differentiation. The magmatic differentiation

includes the following acts:(1) Convection differentiation. It is neglected,but it is important differentiating action. The movement of the different material in the reverse direction lead to magmatic differentiation in the magmatic chamber. The process is called convection differentiation. The concentration of volatiles, alkaline metals and related elements (such as F, Cl, H_2O, Na, K, Li, Ta, Nb, Be, W, Sn and so on) from lower into roof zone of the magmatic chamber and movement of inert elements (such as Ca, Mg, Fe, Ti, V, Ni, Cr, Co and so on) from roof into lower lead inevitably to form different zones. (2) Phase fractionation differentiation. It is a action leading to fractionation of the gas, liquid from melting phase. It may be partly synonymous with emanation differentiation. (3) Liquate fractionation differentiation. (4) Fractional crystallization differentiation. According to various evidences we consider that the first three actions are primary fraction for the mineralization of rare elements. The magma forming Nb, Ta-rich granites are a kind of hydrothermal and volatites-rich metls. According to Ginsburg (1972), the magma can be fractionated continuously and transform into the hydrothermal solution. Nb, Ta mineralization occur in the stage of the transformation of the magma into hydrothermal solution (temperature is about 650°-350°C). Therefore we call it magma-hydrothermal ore deposits.

LIU YINGJUN, LI ZHAOLIN, WU QIZHI, Department of Geology, Nanjing University, Nanjing, China

STUDIES ON THE PHYSICO-CHEMICAL FORMATION CONDITIONS OF SOME BASALTS IN THE EASTERN PART OF CHINA

The Cenozoic basalts which are widely distributed in the east of China are an important part of the Pacific Basalt-Ring. The present studies apply mainly the results of studying inclusion in minerals to the approach of the physical chemistry conditions of basalts generation in the area. It has been shown that the basalts evolute in order of the alkali-calic and calic--cali-alkalic and alkali-calic--alkalic in petrochemistry, of shallow--deep in the magmatic source depth and of high-low in rock-forming temperature from the south to the north in this area. The solidified inclusions in the alkali basalts coming from relative deep place, such as those in Wudalianci, have a high gas phase proportion and the gas phase is often round in shape. Those inclusions are relative large either in volume or in amount but relative low in forming temperature, 890-

1150°C. Converselly, those in the alkali basalts coming from relative shallow place, such as those in Lüshan, have a obviously lower gas proportion, smaller size and amount of inclusion, and higher viscosity and homogenization temperature that is 1200-1450°C. This evolutional tendency is just identical with the direction of the Kula plate moving. The discoveries of the solidified inclusions in the pyroxene nodules and other minerals from the mantle by the studies have opened up a new way to study the conditions of physical chemistry of pyrolite generation.

LIU YUSHAN, LI YING AND PAN JIAHUA, The Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, China

MELTING CHARACTERISTICS OF SOME YANSHANIAN GRANITOIDS IN SOUTH CHINA

To elucidate the problem of granitoids and their associated ore deposits, the melting relationship of granitoids of Yanshanian period has been studied experimentally. The rocks used as starting material were selected from samples of s-type biotite granite, I-type granodiorite porphyrite etc. The melting experiments were conducted in Tuttle bombs under pressures up to 3 Kb and with the presence of 20 wt% water. The initial melting temperatures of these granitoids obtained are the following:

Hsianhualin granite, P_{H_2O}:	1 Kb 690°C,	2 Kb 660°C,	3 Kb 640°C
Dachang Bt-granite,	700°C,	670°C,	655°C
Xihuashan Bt-granite,	710°C,	680°C,	655°C
Wushan grano-diorite porphyrite,	720°C,	690°C,	665°C
Tonglu Qz-monzonite,	720°C,	685°C,	660°C

P_{H_2O}-T curves were constructed to locate the solidus and disappearance of potassium feldspar, quartz, plagioclase etc. The results obtained show that the solidus of granites are very close to that of artificial standard granite in Qz-Or-Ab-H_2O system, but the diorite and the monzonite possess quite different melting characteristics. The experiments, conbined with geological evidences, allow us to conclude that the Yanshanian granites were formed by anatexis of upper crustal material, while the rocks of diorite series were generated in a quite different way. They are though to have originated by partial melting of crust with participation of mantle material.

LOBACH-ZHUCHENKO S.B., Institute of Precambrian Geology and Geochronology of the USSR Academy of Sciences, Leningrad, USSR

ARCHAEAN TONALITE - PLAGIOGRANITE SUITES OF KARELIA: GEOLOGICAL TYPES AND PETROGENESIS

Tonalite-plagiogranitic rocks occur within the Karelian granite-greenstone terrain where they are in association with greenstones (G I) and form a significant part of the suprastructure and also make up a portion of the basement complex (infrastructure, G II). The GI rocks can be subdivided into the following age-groups: tonalites formed before or synchronous with basalts of the lower series(GIA), plagiogranites intruding the metamorphozed basalts(GIB) and occurring as pebbles of conglomerates in the upper part of the succession, plagiogranite-porphyries intruding the upper terrigenous part of the succession(2.8 b.y.) and younger tonalites(GIIB; 2,65 b.y.) located in the basement. The GIA tonalites are predominant among these rocks. The GIA, GIB and GIIB rocks show uniform composition. Their Qz-Ab-An ratio suggests that they might have been melted under rather high pressures supported by a significant REE-fractionation. Trace element pattern and oxygen isotopic composition are consistent with a model of fusion of TH1-type(after Condie) basalts making up the Karelian greenstone belts. Such a model is applicable to the GIB rocks, whereas available geological data (i.e. tonalite emplacement before metamorphism of the basalts) preclude its adoptation to the GIA rocks. Plagiogranites of basement show considerable variations of major and trace element contents, as opposed to those of the GI and GIIB rocks. REE-distribution pattern in banded plagiogneisses is similar to that of some types of acid and intermediate volcanics of greenstone belts (Condie 1981), and is distinguishable from REE-distribution in deep-seated tonalites and plagiogranites. The GIIB composition and geological setting are in agreement with a model of nonequilibrium partial melting of basic rocks having TH2-composition and which are typical in the basement gneisses of Karelia.

ЛОБАЧ-ЖУЧЕНКО С.Б., Ин-т геологии и геохронологии докембрия Академии наук СССР, г.Ленинград, СССР

ТОНАЛИТ-ПЛАГИОГРАНИТНЫЕ СЕРИИ АРХЕЯ КАРЕЛИИ: ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ТИПЫ И ПЕТРОГЕНЕЗИС

Породы тоналит-плагиогранитного состава развиты в Карельской гранит-зеленокаменной области, где они находятся в ассоциации с зеленокаменными породами (гр. I), формируя значительную часть супраструктуры, и слагают часть комплекса пород фундамента (инфраструктуры, гр. II). По-

роды гр. I разделяются на несколько возрастных групп: тоналиты, образованные до или одновременно с базальтами нижней серии (гр. IA); плагиограниты, прорывающие метаморфизованные базальты (гр. IБ) и попадающие в гальку конгломератов в верхней части разреза; плагиогранит-порфиры, прорывающие верхнюю, терригенную часть разреза с возрастом 2,8 млрд. лет, и более молодые тоналиты (гр. IIБ; 2,65 млрд. лет), размещенные в фундаменте. Преобладают по объему тоналиты гр. IA. Породы гр. IA, IБ и IIБ характеризуются постоянством состава. Соотношение Qz, Ab, An в них позволяет предполагать относительно высокие давления при их выплавлении, подтверждаемые значительным фракционированием РЗЭ. Содержание редких элементов и изотопный состав кислорода в гр. IA и IБ согласуются с моделью плавления базальтов типа TH1 (Condie, 1981), слагающих карельские зеленокаменные пояса. Подобная модель приложима для пород гр. IБ; геологические данные (в том числе становление тоналитов до метаморфизма базальтов) не позволяют использовать модель плавления зеленокаменных базальтов для гр. IA. Плагиогнейсы комплекса основания значительно варьируют по содержанию главных и редких элементов, что отличает их от пород гр. I и IIБ. Распределение РЗЭ в полосчатых плагиогнейсах сходно с таковым для некоторых типов кислых и средних вулканитов зеленокаменных поясов (Condie, 1981) и отличается от распределения РЗЭ в глубинных тоналитах и плагиогранитах. Состав пород гр. IIБ и их геологическое положение согласуются с моделью неравновесного частичного плавления основных пород состава TH2, типичных для комплекса гнейсов фундамента Карелии.

LUCHITSKY I.V., Institute of Lithosphere of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

ACID MAGMATIC ROCKS OF THE MID-OCEANIC RIDGES

The review of the acid magmatic rocks of the mid-oceanic ridges shows exclusive variety as regards to the content of the K_2O, that is greately incompatible with the concept of dominating role of the plagiogranites and sodic rhyolites in the regions of the modern oceanic crust. The acid rocks observed here are represented by the rhyolites and parameters potassium feldspar - albite - quartz that corresponds to the 20-50% content of the potassium feldspar. The data known to us owing to the research of Spulber and Rutherford had confirmed the possibility of the formation of the plagiogranites from the oceanic tholeiite basalts with the 0,06 K_2O content. But there must be the basalts of Kilauea type with the 0,44 K_2O envolved to obtain the melt with the 2,39 K_2O content. Meanwhile the content

of the K_2O in the acid magmatic rocks of the mid-oceanic ridges (Iceland, Kuergelen, islands of Ascension and others) is even much higher than that obtained in the experiment with the basalts of Kilauea; their content is higher than 3% and reach sometimes 7%. So the formation of the rhyolites and granites of the mid oceanic ridges by means of the 10% melts from the oceanic toleiite and Kilauea basalt is rather dubious. That is to say that all the other alternatives of the origin of acid rocks in the oceans including the idea of the geterogenity of the upper mantle are still valid.

ЛУЧИЦКИЙ И.В., Институт литосферы Академии наук СССР, г.Москва, СССР

КИСЛЫЕ МАГМАТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ СРЕДИННО-ОКЕАНИЧЕСКИХ ПОДНЯТИЙ

Обзор кислых магматических пород срединно-океанических поднятий показывает их исключительное разнообразие по содержанию K_2O, совершенно не адекватное представлению о преимущественной роли плагиогранитов и натровых риолитов в области распространения современной океанической коры. Наблюдаемые в этих условиях кислые породы представлены риолитами и типичными гранитами с нормативными параметрами калиевый полевой шпат-альбит-кварц, отвечающими содержанию от 20 до 50% калиевого шпата. Известные сейчас экспериментальные данные Шпальбер и Резерфорда подтвердили возможность образования плагиогранитов из океанических толеитовых базальтов с 0,06% K_2O. Однако для получения выплавки с 2,39% K_2O оказалось необходимым привлечь к эксперименту базальты Килауэа с 0,44 K_2O. Между тем содержание K_2O в кислых магматических породах срединно-океанических поднятий (Исландия, Кергелен, острова Вознесения, Пасхи и другие) значительно выше тех, которые получены даже в эксперименте с базальтами Килауэа; эти содержания превышают 3% и достигают 7%. Поэтому следует считать маловероятным образование риолитов и гранитов срединно-океанических поднятий путем 10%-ной выплавки из океанического толеита или базальта Килауэа. Таким образом, возможные другие альтернативы происхождения кислых пород в океанах, включая представление о вероятной неоднородности верхней мантии Земли, по-прежнему сохраняют свое значение.

MACKIE T., Rand Afrikaans University, Republic of South Africa

EFFECT OF BASALTIC DYKES ON COKING PROPERTIES OF GONDWANA COAL SEAMS, WITBANK COALFIELD, SOUTH AFRICA

The metamorphic effects of dolerite intrusions on the texture, maximum vitrinite reflectance, moisture and volatile matter content

and particularly on the coking properties of clarain bands in the principal Permo-Carboniferous coal seams of the Witbank Coalfield, have been studied. Instead of producing natural coke the dykes have mostly anthracitised the coal in contact with them. At the same time, vitrinite reflectance was increased and the moisture and volatile matter content of the coal reduced over distances equal to up to seven times the width of the relevant intrusions. Close to the dykes, the coking propensities of the coal have mostly been completely destroyed. Further away however, in zones where the volatile matter content has been unaffected by the metamorphism but where the moisture content shows reduced levels, both swelling and Roga indices have been enhanced, sometimes to levels substantially in excess of those of the unmetamorphosed coal. This enhancement is thought to be the product of dynamo-thermal metamorphism, whereby the vitrinite was softened and compressed thus reducing its porosity and hence its moisture content and bringing about increased intumescence as the result of increased resistance to the escape of volatile matter during the coking process.

MANNING DAVID, Department of Geology, The University, Manchester, UK, and PICHAVANT MICHEL, Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques, Vandoeuvre-lès-Nancy, France

EXPERIMENTAL STUDIES OF THE ROLE OF FLUORINE AND BORON IN THE FORMATION OF LATE-STAGE GRANITIC ROCKS AND ASSOCIATED MINERALIZATION

Fluorine and boron are believed to play a particularly important role in the petrogenesis of volatile-enriched late-stage granitic rocks and their associated ore deposits, especially tin and tungsten. Recent experimental studies have extended earlier work using natural materials to determine the effect of fluorine and boron separately on phase relationships in the hydrous "synthetic granite" system, and can be used to model the behaviour of F and B-enriched residual magmas. Liquidus and solidus temperatures are greatly reduced (at 1 kbar water pressure) to 630°C with 4 wt% F and to below 660°C with 4,5 wt% B_2O_3. The minimum composition is displaced in both cases towards the albite apex, but this effect is less marked for the boron-bearing system than for the fluorine-bearing system. Magmatic differentiation producing F or B-enriched granitic magmas

may consequently lead to normative albite enriched residual melts, particularly in the case of F-rich systems. Melt-fluid and crystal-fluid interaction processes are strongly dependent on the volatile species involved (F, B, Cl), as illustrated by alkali exchange equilibria between feldspars and aqueous solutions with fluoride or borate anions. Similarly, the partitioning of tungsten between melt and vapour shows that fluorine-rich metls are able to transport and concentrate metals, whereas chloride-bearing fluids may effectively extract metals from magmas.

MARAKUSHEV A.A., GRAMENITSKII E.N., Moscow State University, Geological Department, Moscow; LUKASHEV A.N., All-Union Research Institute of Mineral Synthesis, Alexandrov, USSR

PETROLOGY OF PEGMATITES

Liquation hypotesis of pegmatite formation is proved by autors experimentally and petrologically. The pegmatitic water-salt-silicate melt-solution enriched by fugative components separate from magma during cristallyzation fractioning under the effect of gravity forces. Camera-type pegmatites are crystallized at the derivation point in parent magmatic rocks, and injections-type vein pegmatites are crystallized in magmatic as well as in surrounding rocks. Pegmatites inherit the composition of parent rocks (regularly and descretely) more leucocratic and more rich in alkaline metals and other fluorophilic elements like Ta, Nb, Be, Sn a.o. The liquation is experimentally caused by traces of added fluorides, alkalies and some other substances which are present in pegmatites in especially big quantities. In experiments with miascite melt at 700-800°C and pressure 400 MPa in the presence of 1% HF or NaOH water solution a segregation into two phases was observed. Their compositions correspond respectively to the natural miascites and satellites of the latter-to pegmatites. Many features of pegmatites are consistent with the idea of liquation: the drop form of camera-type pegmatites; the similarity of pegmatites and crystallization products of liquated systems; some peculiarities of rhythmic zoning; the neighbourhood of pegmatites and apline or other small-drained magmatic rocks which are complementary in composition to pegmatites, the total composition being consistent with that of parent plutons; the stratiform arrangement of pegmatites in sheeted intrusives.

МАРАКУШЕВ А.А., ГРАМЕНИЦКИЙ Е.Н., Московский государственный университет, геолфак, г.Москва; ЛУКАШЕВ А.Н., Всесоюзный научно-исследовательский ин-т синтеза минерального сырья, г.Александров, СССР

ПЕТРОЛОГИЯ ПЕГМАТИТОВ

Экспериментально и петрологически обосновывается ликвационная гипотеза образования пегматитов. Пегматитовые водно-соле-силикатные расплав-растворы отщепляются от остаточных магм в ходе обогащения их летучими компонентами по мере кристаллизационно-гравитационной дифференциации. Шлировые пегматиты кристаллизуются на месте отщепления расплав-растворов в материнских магматических породах, а инъекционные жильные пегматиты - и в окружающих породах. Пегматиты наследуют состав материнских пород, закономерно и дискретно отличаясь от них более лейкократовым составом и обогащенностью щелочными металлами и другими фторофильными элементами: Ta, Nb , Be, Sn и др. Экспериментально ликвация вызывается незначительными добавками фторидов, едких щелочей и некоторых других веществ, которые в особо больших количествах присутствуют в пегматитах. В опытах с расплавом миаскита при 700-800°С и давлении 400 МПа в присутствии 1% водных растворов HF и NaOH было получено его расслоение на две фазы. Их составы соответствуют природным миаскитам и сопровождающим их пегматитам. С позиции ликвидации хорошо объясняются каплевидные формы шлировых пегматитов; сходство пегматитов с продуктами кристаллизации отликвировавших систем; особенности ритмичной зональности;совмещение пегматитов с аплитами и другими мелкозернистыми магматическими породами, состав которых отклоняется в противоположную сторону от пород материнских плутонов, кристаллизовавшихся из первичной магмы; стратиформное размещение пегматитов в расслоенных интрузивах.

MARAKUSHEV A.A., Moscow State University, Faculty of Geology; Inst. of Experimental Mineralogy of the USSR Academy of Sciences,Moscow,USSR

PERIDOTITE NODULES IN KIMBERLITES AND BASALTS AS INDICATORS OF LITHOSPHERE DEEP-SEATED STRUCTURE

No direct evidence is available on the deep-seated (subcrustal) matter of the lithosphere, and the current conceptions are based on computations and analogies with meteorites. Models suggested for lithosphere structure under the continents and oceans differ to reflect the differences in thermal regimes in these areas. The upper mantle is subdivided into the graphite-bearing and diamondiferous zones,the latter being the nearest the surface under the continents (occurs at

the depth of 150 km). Diamonds in mantle rocks are believed to fill interstices between olivine grains in mixture with the nickel-iron and sulphide phases, cohenite and wustite. Nodules of peridotites and eclogites from kimberlites and basalts, including the diamondiferous ones, do not represent mantle rocks, contrary to the widely held belief. These are intrusive rocks which form regular magmatic series associated genetically with the differentiation of fluid magmas in chambers, the deepest of which must have originated within the diamondiferous mantle under the continents. Several mineral generations can be traced in rocks, with the earliest (diamond among them) having crystallized in the deep-seated zones, and subsequent generations - within the higher levels in the mantle and crust. The mantle crystalline matter could be partially preserved in magmas to spike the diamond crystallization as is evidenced by parageneses of uncommon minerals observed by Bulanova in diamond crystal cores (nickel iron, cobalt-nickel troilite, iron carbide, copper wustite and others) and totally different from mineral inclusions in diamond in that they represent mineral assemblages of intrusive peridotites and eclogites. Kimberlite magmas are formed by fluidization and replacement of diamondiferous peridotites and therefore contain remnants (nodules) of these rocks and their desintegrated minerals. Kimberlites are a member of the rock series: kimberlites and carbonatites - wolgidite and cedricite - alnoite - olivine melilite basalts.

МАРАКУШЕВ А.А., Московский государственный университет, геолфак; Ин-т экспериментальной минералогии Академии наук СССР, г.Москва, СССР

НОДУЛИ ПЕРИДОТИТОВ В КИМБЕРЛИТАХ И БАЗАЛЬТАХ КАК ПОКАЗАТЕЛИ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ ЛИТОСФЕРЫ

Прямые данные о глубинном (подкоровом) веществе литосферы отсутствуют, и представления о нем основываются на расчетах и аналогиях с метеоритами. Модели строения литосферы под континентами и океанами различны, что отражает неодинаковый термический режим этих областей. Верхняя мантия подразделяется на графитоносную и алмазоносную зоны, причем последняя максимально приближена к поверхности под континентами (залегает на глубине 150 км). Алмазы в мантийных породах предположительно находятся в интерстициях между зернами оливина в смеси с никель-железной и сульфидной фазами, когенитом, вюститом. Нодули перидотитов и эклогитов в кимберлитах и базальтах, в том числе алмазоносных, не являются образцами мантийных пород, как принято считать. Это интрузивные породы, образующие закономерные магматические серии, генетически связанные с дифференциацией флюидных магм в оча-

гах, наиболее глубинные из которых достигали под платформами алмазоносной мантии. В породах устанавливается несколько генераций минералов, самые ранние из которых, включая алмаз, кристаллизовались в глубинных зонах мантии, а последующие-на более высоких ее уровнях и в земной коре. Мантийное кристаллическое вещество, возможно, частично сохранялось в магмах и служило затравкой при последующей кристаллизации в них алмаза, как об этом можно судить по наличию в центральных частях многих его кристаллов парагенезиса необычных минералов, обнаруженных Л.Булановой (никелистого железа, кобальт-никелевого троилита, карбида железа, медистого вюстита и др.), принципиально отличных от минеральных включений в алмазах и представляющих минеральные ассоциации интрузивных перидотитов и эклогитов. Кимберлитовые магмы возникают в результате флюидизации и замещения алмазоносных перидотитов и поэтому содержат остатки (нодули) этих пород и их минералы в дезинтегрированном состоянии. Кимберлиты являются членом серии пород: кимберлиты и карбонатиты - волжидиты и седриситы -альнёиты - оливиновые мелилитовые базальты.

MARIN Yu.B., Leningrad Mining Institute, Leningrad, USSR

THE MAIN EVOLUTION TRENDS OF PHANEROZOIC GRANITOID FORMATIONS

One of the main characteristics of granitoid magmatism and the orification connected with it is the increasing varieties of their manifestation in time in the course of the geological history of folded regions and activized platforms. The three trends of granitoid magmatism development may be opposed which correspond to three different petrochemical tendencies: 1-the development of the granitoids of later geosynclinal gabbro-plagiogranitic series that continue series of the main magmatism of eugeosyncline zones and the processes connected with depth differentiation and contact-anatectic (in connection with syntexis) processes at the medium magma generation level; 2-the development of orogenic granitoids of granodiorite-granite-alaskite formations in connection with the melasomatic processes of anatexis and palingenesis of ancient granite-gneiss formations; 3-the development of later postorogenic subalkaline-alkaline granite formations in connection with the repeated palingenesis and hybridization of the crust magmas by juvenile fluids and depth basite smelts. Defined trends that supplement and follow one another define in the combination the main tendency of development granitoid magmatism and the mineralization accompanying it (Rundkvist,1982), that on the whole corresponds with the generalized series of intrusive formations (Beskin,Marin, 1972). The change of content, which is usually homodrome, which can

be seen in the course of every tectomagmatic Phanerozoic cycle and in the formation of granitoid series and distinct formations, is one of the most general magmatism laws. Towards the later formation the variety of admixture elements is increasing,and there is a tendency towards the content increase of rare-earth elements. In the course of granitoid magmatism development there takes place the transformation of the ores from sidero-chalkophylic to lithophylic ones etc., in the case of antidrome way backwards to chalkophylic ones, and when alkalinity is increasing - to the ores of lithophylic rare and rare-earth elements. As magmatite evolution series and associated with them metasomatites are more manifestly revealed, the orification becomes more multiform and multistage up to the formation of the "pure" line polymorphic deposits when the formations of one evolutionary branch are combined and intermixture line in the case of the combination of different branches.

МАРИН Ю.Б., Ленинградский горный ин-т, г.Ленинград, СССР

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ЭВОЛЮЦИИ ФАНЕРОЗОЙСКИХ ГРАНИТОИДНЫХ ФОРМАЦИЙ

Одной из важнейших особенностей гранитоидного магматизма и связанного с ним оруденения является возрастающее многообразие их проявления во времени в ходе геологической истории складчатых областей и активизированных платформ. Могут быть противопоставлены 3 пути развития гранитоидного магматизма, соответствующие 3 различным петрохимическим тенденциям: I) развитие гранитоидов позднегеосинклинальных габбро-плагиогранитовых серий, продолжающих ряд основного магматизма эвгеосинклинальных зон и связанных с глубинной дифференциацией и контактово-анатектическими (в сочетании с синтексисом) процессами на среднем уровне магмогенерации; 2) развитие орогенных гранитоидов гранодиорит-гранит-аляскитовых формаций в связи с процессами метасоматоза, анатексиса и палингенеза древних гранито-гнейсовых образований; 3) развитие поздне-посторогенных субщелочно-щелочно-гранитовых формаций в связи с многократным палингенезом и гибридизацией коровых магм ювенильными флюидами и глубинными базитовыми расплавами. Намеченные пути, дополняя и продолжая друг друга, определяют в совокупности главную последовательность развития гранитоидного магматизма и сопутствующей минерализации (Рундквист, 1982), в общем совпадающую с обобщенным рядом интрузивных формаций (Бескин, Марин, 1972). Направленное, обычно гомодромное, изменение состава, прослеживающееся в ходе развития каждого тектономагматического цикла фанерозоя и при образо-

вании гранитоидных серий и отдельных формаций, является одной из самых общих закономерностей магматизма. Наряду с этим к поздним формациям увеличивается разнообразие элементов-примесей и намечается повышение содержаний редких и редкоземельных элементов. В ходе развития гранитоидного магматизма происходит смена ассоциирующих с гранитоидами руд от сидеро-халькофильных к литофильным и далее в случае антидромного пути вновь к халькофильным, а при развитии по пути возрастающей щелочности к рудам литофильных редких и редкоземельных элементов. Чем полнее проявлены эволюционные ряды магматитов и сопряженных с ними метасоматитов, тем более разнообразно и многостадийно оруденение, вплоть до образования полиформационных месторождений "чистой" линии при совмещении формаций одной эволюционной ветви и линии смешения при совмещении формаций разных ветвей.

MASSONNE HANS-JOACHIM and SCHREYER WERNER, Ruhr-Univ. Bochum, FRG

STABILITY OF THE TALC-PHENGITE ASSEMBLAGE IN THE SYSTEM K_2O-MgO-Al_2O_3-SiO_2-H_2O

The unusual phyllosilicate pair talc(Tc)-phengite(Phe) found in regional distribution e.g. in pelitic blueschists of the Western Alps (CHOPIN 1981) was considered, on the basis of preliminary experiments by SCHREYER and BALLER (1977), a high-pressure assemblage requiring a minimum water pressure of some 12 kbar. However, the assumption made in this work, that the reaction curve 1: chlorite(Chl) + quartz(Q) = kyanite(Ky) + Tc + H_2O is intersected by curve 2: Chl + Phe = phlogopite(Phl) + Ky + Q + H_2O as given by BIRD and FAWCETT (1973), did not seem to hold any longer after the experimental relocation of reaction curve 1 by MASSONNE and SCHREYER (1983).

Yet, redetermination of curve 2 resulted also in a shift of this curve by about 50°C towards lower temperatures, so that intersection with curve 1 does indeed occur at high pressure. The invariant point Chl, Ky, Phe, Tc, Phl in the ternary AKF projection, which marks the low-pressure end for talc-phengite stability, lies at P_{H_2O}=10.5±1 kbar and 610±10°C. Talc-phengite thus forms from the low-pressure pair chlorite-phlogopite at continental Moho depths along geothermal gradients of less than 18°C/km, that is in subduction zones. At higher temperatures talc-phengite reacts to Phl + Ky + Q + H_2O along a curve with a slope of +12°C/kbar.

MEI HOUJUN, Institute of Geochemistry, Academia Sinica, Guiyang, China

GEOCHEMISTRY OF HONGGE LAYERED INTRUSION IN PANZIHUA DISTRICT, CHINA

The lower part of Hongge intrusion rich in V-bearing titanomagnetite ore is composed of three ultramafic cumulate cycles, which consist of titanaugite peridotite and titanaugite pyroxenite. The upper part of Hongge intrusion is composed of fluidal titanaugite gabbro. All the cycles show higher Fe/Ti ratio and higher Fe content in their lower cumulate members respectively, and the lower members are more abundant in Cr and Ni. In contract, the upper members of these cumulate cycles are more abundant in Sc and REE. On the other hand, the contents of Zr, Sr, Ba, Ga, Mo, W, Nb, and Ta in the layered intrusion fail to appear similar rhythmical varieties. Ti-Zr diagram shows that the gabbro of Hongge intrusion and Permian Emeishan basalt both can refer to the lava within plate. REE distribution patterns of fluids mela-gabbro in upper part of Hongge intrusion and of kaersutite peridotite in the lowst bed of the intrusion show that the light REE in mafic and ultramafic rocks are more abundant relatively. The pattern lines are parallel each other, and they are lower than that of alkali basalt. Ultramafic rocks in the three cycles are of cumulus texture. In all the three cycles does not occur an upper member rich in highly polymerized cations (Na, K, Al, Mg) and a lower member rich in high field-strength cations (Fe, Mn, Ti, Ca, P). Thus, the cycles (with tens-hundreds metres thickness) could not caused by liquid immiscibility of a sort of basalt magma. The cumulus textures of the ultramafic rocks and the graded bedding in the lower cumulate members suggest that the cycles might essentially have caused by cumulation in magma chamber.

MEL'NIK Yu.P., Institute of Geochemistry and Physics of Minerals of the Ukr SSR Academy of Sciences, Kiev, USSR

PHYSICO-CHEMICAL CONDITIONS OF THE PRECAMBRIAN CARBONATE ROCK METAMORPHISM

Carbonate rocks are common to almost all Precambrian supracrustal complexes. Their role is getting more appreciable in rock grading from Archean to Proterozoic where carbonate formations proper are very abundant. They are mainly chemogenic or chemogenic-biogenic sedimentary rocks of dolomite and calcite-dolomite composition with varying contents of silica. The mineral composition of metamorphosed car-

bonate rocks is governed by the $CaO:MgO:SiO_2$ ratio, PT- conditions and variations in the fluid composition.

Thermodynamic calculations were performed in a wide T and P range to determine stability of the main minerals of carbonate rocks -dolomite, calcite, talc, tremolite, diopside, forsterite, serpentine, brucite, periclase and treir associations - with varying H_2O and CO_2 ratios in the fluid (or m_{CO_2}) and various contents of SiO_2. m_{CO_2}-T and P-T diagrams were plotted for all theoretically possible reactions and mineral equilibria. It is determined in what succession mineral associations followed under progressive and regressive metamorphism and hydrothermal metasomatosis. An increase in the total pressure under progressive metamorphism along with an increase in the carbon dioxide content in the fluid contributes to preservation of the primary silicon-carbonate material at temperatures as high as 850--900°K ($m_{CO_2} > 0,7-0,8$; $P_f < 5,0 \cdot 10^8$ Pa). Higher water contents are favourable for decarbonatization reactions to proceed at lower temperatures beginning with 500-600°K.

The stability of water-containing silicates is dependent on the total pressure of the fluid and H_2O-CO_2 ratio. Tremolite is, for example, stable when $m_{CO_2}=0,4 \div 0,8$ and pressures greatly vary within $0,5 \div 8,0 \cdot 10^8$ Pa. Talc stability rises with an increase in the water content in the fluid: from 675°K for $P_f=0,5 \cdot 10^8$ Pa and $m_{CO_2}=0,7$ to 750°K for $P_f=5,0.10^8$ Pa and $m_{CO_2}=0,2$. Higher pressures are likely to make talc unstable at all. Analogous quantitative characteristics are obtained as well for anhydrous silicates and for serpentine and brucite, common minerals of the regressive metamorphism.

Thermodynamic estimates are found to be in good agreement with petrological observations.

МЕЛЬНИК Ю.П., Ин-т геохимии и физики минералов Академии наук УССР, г.Киев, СССР

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МЕТАМОРФИЗМА КАРБОНАТНЫХ ПОРОД ДОКЕМБРИЯ

Карбонатные породы известны почти во всех супракрустальных комплексах докембрия. Их роль возрастает при переходе от архея к протерозою, где широко развиты самостоятельные карбонатные формации. Это преимущественно хемогенные или хемогенно-биогенные первично осадочные породы доломитового и кальцит-доломитового состава с переменным содержанием кремнезема. Минеральный состав метаморфизованных карбонатных пород определяется соотношением $CaO:MgO:SiO_2$, PT условиями и вариациями состава флюида. На основании термодинамических расчетов в широком интервале T и P определена устойчивость основных минералов

карбонатных пород: доломита, кальцита, талька, тремолита, диопсида, форстерита, серпентина, брусита, периклаза и их ассоциаций при переменном соотношении H_2O и CO_2 во флюиде (или m_{CO_2}) и различном содержании SiO_2. Построены диаграммы m_{CO_2}-T и P_f-T для всех теоретически возможных реакций и минеральных равновесий. Установлена последовательность смены минеральных ассоциаций при прогрессивном и регрессивном метаморфизме и гидротермальном метасоматозе. При прогрессивном метаморфизме повышение общего давления наряду с увеличением содержания двуокиси углерода в составе флюида способствует сохранению первичного кремнисто-карбонатного материала до температур 850-900°К ($m_{CO_2} > 0,7$-$0,8$; $P_f < 5,0 \cdot 10^8$ Па), при увеличении содержания воды создаются благоприятные условия для прохождения реакций декарбонатизации при более низких температурах, начиная с 500-600°К. Устойчивость образующихся при этом водосодержащих силикатов определяется общим давлением флюида и соотношением H_2O и CO_2. Например, тремолит максимально устойчив при $m_{CO_2} = 0,4 \div 0,8$ в широком интервале давлений $0,5 \div 8,0 \cdot 10^8$ Па. Устойчивость талька повышается с увеличением содержания воды во флюиде от 675°К при $P_f = 0,5 \cdot 10^8$ Па и $m_{CO_2} = 0,7$ до 750°К при $P_f = 5,0 \cdot 10^8$ Па и $m_{CO_2} = 0,2$. При более высоких давлениях тальк, по-видимому, вообще неустойчив. Аналогичные количественные характеристики получены также для безводных силикатов и для серпентина и брусита - характерных минералов регрессивного метаморфизма. Термодинамические расчеты удовлетворительно согласуются с петрологическими наблюдениями.

MIKHAILOV N.P., MOSKALEVA V.N., A.P. Karpinsky All-Union Geological Research Institute, Leningrad, USSR

PRINCIPLES OF IDENTIFICATION OF POTENTIAL ORE-BEARING BASIC AND ULTRABASIC IGNEOUS ROCKS

The sum of natural associations of basic and ultrabasic rocks, formed in wide diapason of deep-facies of magmatism, is divided into two group according to their chemical composition and petrographical and mineralogical features: a) essential magnesium orthopyroxene-bearing associations, b) magnesium-ferriferous clinopyroxene-bearing associations. Various metallogenic specialization of these two groups of associations when primary fusions belong to close petrochemical type is mainly determined by pT-conditions of their formation and by the degree of alcalinity of the fluid regime. Each magmatic association is characterized by the definite potential presence of ore, but some ore paragenesis of the same type may appear

in connection with various magmatic associations. It is explained by the existent correlation of types of ore mineralization with certain ore-bearing magmatic rocks, which possess well-known heterogeneity, i.e. they are formed by various ways and are observed in various intrusive associations (formations).
The regular attachment of ore concentrations of Cr, Pt, Ni, Co, Cu, Fe, Ti, V, P, TR to definite intrusive formations and also the established correlation of qualitative-quantitative composition of ore paragenesis with the mineral composition of ore-bearing basic and ultrabasic rocks point to the genetic connection of these types of mineralisation with the processes of formation of magmatic associations enclosing them.
The correlations of petrogenetic and ore-forming factors are reflected in objectively established features of composition and structure of magmatic formations which play the role of criteria of its potential presence of ore. These petrological criteria form the basis for the elaboration of methods of identification of potentially ore-bearing basic and ultrabasic rocks.

МИХАЙЛОВ Н.П., МОСКАЛЕВА В.Н., Всесоюзный научно-исследовательский геологический ин-т им.А.П.Карпинского, г.Ленинград, СССР

ПРИНЦИПЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНО РУДОНОСНЫХ ОСНОВНЫХ И УЛЬТРАОСНОВНЫХ ПОРОД

Вся совокупность естественных ассоциаций основных и ультраосновных пород, образующихся в широком диапазоне фаций глубинности магматизма, разделяется по химизму и петрографо-минералогическим признакам на две группы: а) существенно магнезиальных ортопироксен-содержащих ассоциаций; б) магнезиально-железистых клинопироксен-содержащих ассоциаций. Различная металлогеническая специализация этих двух групп ассоциаций при близком петрохимическом типе исходных расплавов определяется главным образом PT условиями их образования и степенью щелочности флюидного режима.
Каждой магматической ассоциации свойственна определенная потенциальная рудоносность, но некоторые однотипные рудные парагенезы могут проявляться в связи с разными магматическими ассоциациями. Это находит объяснение в существующей корреляции типов рудной минерализации с рудоносными магматическими породами, которые обладают известной гетерогенностью, т.е. могут образовываться различными путями и встречаться в различных интрузивных ассоциациях (формациях). Закономерная приуроченность рудных концентраций Cr, Pt, Ni, Co, Cu, Fe, Ti, V, P, TR к определенным интрузивным формациям, а также

устанавливаемая четкая корреляция качественно-количественного состава рудных парагенезов с минеральным составом рудоносных основных и ультраосновных пород свидетельствуют о генетической связи этих типов оруденения с процессами формирования вмещающих их магматических образований. Соотношения петрогенетического и рудообразующего факторов отражаются в объективно устанавливаемых признаках состава и строения магматической формации, которые играют роль критериев ее потенциальной рудоносности. Эти петрологические критерии составляют основу для разработки методов выделения потенциально рудоносных основных и ультраосновных пород.

MITROFANOV F.P., KOZAKOV I.K., KOTOV A.B., SAMORUKOVA L.M., VINOGRADOV D.P., Institute of Precambrian Geology and Geochronology of the USSR Academy of Sciences, Leningrad, USSR

GEOLOGY AND MAGMA-GENERATION CONDITIONS OF EARLY PRECAMBRIAN PLAGIOGRANITES

Early Precambrian ortomagmatogenic plagiogranitic associations are of definite geological position into every particular tectono-metamorphic cycle. Their intrusions occurred between the stages of deformation creating the subhorisontal and vertical structures and were correlated with the generation of the highest temperature metamorphic parageneses. Two types of plagiogranitic associations have been found. Plagiogranites-I take part in the construction of the differentiated plutons with early phases represented by gabbroids. Plagiogranites-II are associated with granodiorites and microcline--plagioclase granites. The maximum temperature of the homogenization of the melting inclusions was found for plagiogranites-I to be 1100--1200°C and that of 780-820°C for plagiogranites-II. Both types of homogenization are mainly due to "retrograde boiling" suggesting a water-saturated parent melt. The corresponding fluids show predominance of H_2O and H_2 and subordinate role of CO and CO_2. Plagiogranites-I are characterized by higher H_2O and $CO+CO_2$ contents, high oxygen fugacity and respectively by a higher oxidation degree of the fluid. The above evidence alongside the oxygen isotopic study suggests that the Early Precambrian intrusive plagiogranites have been formed by two ways, i.e. as derivates of differentiation of deep--seated mafic magmas (plagiogranites-I) and those of crustal diatexis.

МИТРОФАНОВ Ф.П., КОЗАКОВ И.К., КОТОВ А.Б., САМОРУКОВА Л.М., ВИНОГРАДОВ Д.П., Ин-т геологии и геохронологии докембрия Академии наук СССР, г.Ленинград, СССР

ГЕОЛОГИЯ И УСЛОВИЯ МАГМООБРАЗОВАНИЯ РАННЕДОКЕМБРИЙСКИХ ПЛАГИОГРАНИТОИДОВ

В структурах раннего докембрия, в том числе в древнейшей инфраструктуре, развиты интрузивные плагиогранитоидные ассоциации двух типов. Плагиограниты-I (нередко с двумя пироксенами и(или)высокомагнезиальным гранатом) участвуют в строении сложных плутонов, ранние фазы которых представлены габброидами. Плагиограниты-II (с амфиболом и(или)биотитом) не обнаруживают связи с базитами, но могут ассоциировать с микроклинсодержащими гранитоидами. Обе эти раннескладчатые ассоциации характеризуются сходным геологическим положением. Интрузии происходили в период смены поля тектонического напряжения - после этапа формирования ранних субгоризонтальных складчатых структур, но до вертикальных. В этот же период образуются наиболее высокотемпературные метаморфические парагенезисы в породах рамы интрузий. Исследование включений минералообразующих сред показало, что максимальные температуры гомогенизации расплавных включений в плагиогранитах-I достигают 1100-1200^{0}С, в плагиогранитах-II - 780-820^{0}С . В обоих типах гомогенизация, как правило, происходит по схеме "ретроградного кипения", что указывает на водонасыщенность исходного расплава. Во флюидах этих пород H_2O и H_2 преобладают над CO и CO_2. При этом для плагиогранитов-I характерны большие содержания H_2O и $CO+CO_2$, большая фугитивность кислорода и, соответственно, большая степень окисленности флюида. Эти данные показывают, что среди раннедокембрийских интрузивных плагиогранитоидов можно выделить производные дифференциации глубинных основных магм (плагиограниты-I) и продукты корового диатексиса (плагиограниты-II). Анализы изотопов кислорода подтверждают такой вывод.

MOSHKIN V.N., DAGELAYSKAYA I.N., A.P. Karpinsky All-Union Geological Research Institute, Leningrad, USSR

PETROLOGICAL CRITERIA OF THE ORE CONTENT OF PRE-CAMBRIAN GABBRO-ANORTHOSITE-GRANITE FORMATION PARAGENESES

Stable parageneses of anorthosite or anorthosite-bearing gabbroid and peculiar granite formations are typical for the Pre-Cambrian of the Earth continents. Composition and structural features of the associated formations, their emplacement conditions and the place

in the Earth crust history indicate the presence of two major parageneses types: anorthosite-mangerite-granite (AMG) and gabbro-anorthosite-rapakivi-granite (GARG). AMG-parageneses, widespread on Dzhugzhur-Stanovoi, Anabar, Grenville and other Pre-Cambrian belts, are associated with the deposits of Ti, Fe, V, P, rare with Zr and REE. Features favourable for this type of mineralization are mainly labradorite-andezinite composition of anorthosite massives, their inhomogenous structure, i.e. presence of zonation, banding, areas of strong differentiation with contrasting rocks, etc., high dispersion of ore-component content in rocks, the development of anorthositization, mangeritization and adjacent basification zones. GARG-parageneses, among which Korosten, Bushveld and some other subtypes being known, are associated with Ti, Fe, V, Pt, Cr, Cu, Ni, Sn, Mo, W, Zn, Ag, F and rock crystal deposits. The established ore-content of each subtypes and criteria for its evaluation frequently differ. However there are common ones for all the subtypes: for basite-bodies-their vertical stratification and/or strong diffirentiation of massives with marked changes of petro- and geochemical parameters from bottom to top, the presence of later mafite-ultramafite intrusion phases with high iron content, great thickness; for granite bodies it is the presence of later leucogranite phases and facies of intrusions, with typical high F, Rb, Sn, Nb and lower Ba, Sr, Ti and Ca contents, widespread development of greizenization, propilytization, albitization and scarn zones, associated with positive F, Rb, Sn anomalies, low or moderate depth of erosion. The location of rock crystal-bearing pegmatites and certain types of Ti, P, Cu and Ni-mineralization is controlled by definite contact zones of basite and granite members of the GARG-parageneses.

МОШКИН В.Н., ДАГЕЛАЙСКАЯ И.Н., Всесоюзный научно-исследовательский геологический ин-т им. А.П.Карпинского, г.Ленинград, СССР

ПЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ РУДОНОСНОСТИ ДОКЕМБРИЙСКИХ ГАББРО-АНОРТОЗИТ-ГРАНИТОВЫХ ПАРАГЕНЕЗОВ ФОРМАЦИЙ

Устойчивые парагенезы анортозитовых или анортозитсодержащих габброидных и специфических гранитовых формаций характерны для докембрия континентов Земли. По особенностям состава и строения ассоциирующих формаций, условиям их становления и месту в истории развития земной коры выделяются два главных типа парагенезов: анортозит-мангерит-гранитовый (АМГ) и габбро-анортозит-рапакиви-гранитовый (ГАРГ). С

АМГ-парагенезами, развитыми в Джугджуро-Становом, Анабарском, Гренвиллском и др. докембрийских поясах, связаны месторождения Ti, Fe, V, P и реже Zr и REE. Благоприятными для этого оруденения признаками являются преимущественно лабрадорит-андезиновый состав анортозитовых массивов, неоднородность их строения - наличие зональности, полосчатости, глубоко дифференцированных участков с контрастными породами и т.п., высокая дисперсия содержания рудных компонентов в породах, развитие зон анортозитизации, мангеритизации и сопряженной базификации. С ГАРГ-парагенезами, среди которых выделяются коростеньский, бушвельдский и некоторые другие подтипы, связаны месторождения Ti, Fe, V,Pt,Cr, Cu, Ni, Sn, Mo, W, Zn, Ag, F и горного хрусталя. Выявленная рудоносность каждого подтипа и критерии ее оценки нередко различаются. Общими положительными критериями для всех подтипов являются: для базитовых членов - вертикальная расслоенность и(или) дифференцированность тел с заметным изменением петро- и геохимических параметров от их подошвы к кровле, присутствие поздних высокожелезистых мафит-ультрамафитовых фаз интрузий, значительная мощность тел; для гранитовых членов - присутствие поздних лейкогранитовых фаз и фаций интрузий, характеризующихся высокими содержаниями F, Rb, Sn, Nb и низкими - Ba, Sr, Ti и Ca, широкое развитие зон грейзенизации, пропилитизации, альбитизации и скарнирования, совпадающих с положительными аномалиями по F, Rb, Sn и т.п., слабый или умеренный эрозионный срез тел. Локализация хрусталеносных пегматитов и некоторых типов Ti, P, Cu и Ni-оруденения контролируется специфическими зонами контактов базитовых и гранитовых членов ГАРГ-парагенезов.

MURASE TSUTOMU, Inst. Vocational Training, Sagamihara, HIROMITSU TANIGUCHI, Science Education Inst., Osaka, Japan

MOLECULAR TRANSPORT PHENOMENA AND FREE VOLUME IN SOME MAGMATIC SILICATE MELTS

The free-volume model for molecular transport in liquids, which has been developed by Cohen and Turnbull, Kumar and others, is applied to the viscosity and structure of some magmatic silicate melts. Measured properties are thermal expansion, density, viscosity, electrical conductivity and infrared absorption. The comparison of correlation coefficients showed that the free-volume model equation rather than Arrhenius one fitted to the experimental data of viscosity and electrical conductivity of the melts over the entire temperature range and even above the liquidus temperature. This sug-

gests that the free volume of the melts has an important role in the transport phenomena. The free volume of magmatic silicate melts increases with NBO/T and also with increasing addition of intermediate ions, Al and Fe^{3+}. The free volume of basalt and andesite is almost constant below the glass transition temperature and increases sharply above the temperature. The sharp increase corresponds to the increase of the molecular transport in the melts. Also the linear relation between log of (viscosity/square root of temperature) and the reciprocal of free volume were obtained, and the flow units for the basalt and andesite were deduced by the method of Kumar.

NALDRETT A.J., University of Toronto; DUKE J.M., Geological Survey of Canada; LIGHTFOOT P.C., University of Toronto; THOMPSON J.F.H., University of Toronto, Canada

EXPERIMENTALLY BASED MODELLING OF THE SEGREGATION OF MAGMATIC SULFIDES: AN EXPLORATION GUIDE

Computer modelling of the segregation of magmatic sulfides from mafic and ultramafic silicate magmas, based on experimentally determined partition coefficients, indicates that, under many circumstances, the process leaves the magma with a lower-than-normal Ni/MgO ratio, which is characteristic of both lavas erupted from the magma chamber and olivine crystallizing within it. Two end members of the segregation process are discussed; i) batch segregation and ii) fractional segregation. Samples from the ore-bearing districts of Kambalda and Scotia, Western Australia exhibit distinct Ni depletion in comparison with equivalent samples representative of the liquid portion of komatiitic lava flows from a series of unmineralized sequences in the Abitibi greenstone belt, Canada, Belingwe belt, Zimbabwe, and Barberton Mountainland, South Africa, which coincide exactly with the sulfide-free fractionation model. Ni-depleted olivines also mark the sulfide-bearing Dumont intrusion of the Abitibi belt. The Moxie intrusion of northern Maine has distinctly Ni-depleted olivines, as does the nearby and petrologically related Katahdin body. In both of these intrusions, the composition of the olivine allows reasonable predictions to be made of the Ni tenors of sulfide showings within them. Ni depleted olivines also characterize certain rock units within intrusions of the Insizwa complex, Transkei, Southern Africa. Many millions of tonnes of Ni have been removed by sulfides from these rock units.

NALDRETT A.J., University of Toronto; GASPARRINI C., Minmet Scientific, Toronto; BARNES S.J., University of Toronto, Canada; SHARPE M.R., VON GRUENEWALDT G., University of Pretoria, Republic of South Africa

THE PETROLOGY OF THE UPPER PART OF THE CRITICAL ZONE OF THE BUSHVELD COMPLEX AND ITS BEARING ON THE ORIGIN OF THE MERENSKY REEF

The PGE-bearing Merensky reef lies at the base of one of a number of cyclic units occurring at the top of the Critical Zone. Trace element data indicate that there is a stepwise decrease in the Sr content of plagioclase on passing upwards through them. The MgNo of bronzite shows a marked upward decrease in each cyclic unit, increasing abruptly again at the base of the overlying unit. In many areas the MgNo of bronzites in the pegmatoidal reef, below the upper chromite seam, is significantly higher than in the non-pegmatoidal bronzite a few cm above the chromite. Different units and different parts of units have distinctive Ni/Cu ratios. That of the Merensky reef is 2.3:1, in contrast to the ratio of 1.2:1 characterizing the remainder of the Merensky unit. The Pt/Cu ratio in the Merensky reef is 5 to 12×10^{-3}, corresponding to a Pt tenor in the sulfides of 560 ppm, in contrast to the ratio of 0.1 to 0.25×10^{-3} and tenor of 18 ppm characteristic of the rest of the unit. Many of the new observations made in this study are incompatible with former hypotheses proposed to account for the PGE enrichment. The changes in MgNo of bronzite, Sr content of plagioclase, and variation in $(Sr^{87}/Sr^{86})^0$ ratio (reported by Kruger and Marsh, 1982) argue strongly for successive injection of pulses of new magma. It is proposed that these pulses are less dense than magma in the chamber and rise up as turbulent plumes. The high PGE tenor of the sulfides of the Merensky reef is attributed to efficient mixing of these sulfides and magma during ascent and subsequent very vigorous convective overturn. The development of the Merensky reef and associated cyclic units are well explained by the subsequent "roll-over" (Campbell et al.,1983) and mixing of the new pulses.

NALIVKINA E.B., A.P.Karpinsky All-Union Geological Research Institute, Leningrad, USSR

EVOLUTION OF MAGMATISM AT THE EARLY STAGES OF LITHOSPHERE FORMATION

On the basis of analysis of the results of personal investigations of the Pre-Cambrian of the Ukraine,Baltic shields, the basements of the Russian, Siberian platforms and also the literature data in the evo-

lution of lithosphere in the interval of time 3500-1600 m.y. it became possible to establish the following stages which change each other in consecutive order and are connected in pairs; oceanic, continental AR; oceanizations of the continental crust, cratonization PR_1; riftogenesis, regeneration of cratons PR_2. In each pair of stages the first is changed by subsequent one by evolution way. Between the pairs of stages the revolutionary rebuilding of lithosphere takes place. In each pair of stages the first reflect the creation of the oceanic crust - oceanization; the second ones are the stage of continentalization.

The stages of oceanization are characterized by the manifestation of predominant mafitic magmatism, which fades out in time from the Archean to the Middle Proterozoic. In the same direction in mafites the content of aluminium, magnesium, calcium decreases and iron and alkali increases, there takes place the complication of composition and structure of magmatic manifestations.

The stages of continentalization are characterized by the evolution of mainly granitoid magmatism which fades out in time according to the size and is complicated according to the composition and structure of formations. In time in the composition of granitoids the quantity of aluminium, magnesium, calcium decreases but the content of iron and alkali increases. In each of these stages of continentalization sodium granitoids proceed to potassic granitoids. The unity and the struggle of magmatism of the stages of oceanization and continentalization form the basis of lithosphere where magmatism is its main creater, and metamorphism-metasomatism is reorganizer of the oceanic crust into the continental one.

НАЛИВКИНА Э.Б., Всесоюзный научно-исследовательский геологический ин-т им. А.П.Карпинского, Ленинград, СССР

ЭВОЛЮЦИЯ МАГМАТИЗМА НА РАННИХ СТАДИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ ЛИТОСФЕРЫ

На основании анализа результатов личных исследований докембрия Украинского, Балтийского щитов, фундамента Русской и Сибирской платформ, а также литературных данных о развитии литосферы в интервале времени 3500-1600 млн.лет удалось выделить последовательно сменяющиеся попарно связанные следующие стадии: океаническую, континентальную AR ; океанизации континентальной коры, кратонизации PR_1 ; рифтогенеза, регенерации кратонов PR_2 . В каждой паре стадий первая эволюционным путем сменяется последующей. Между парами стадий имеет место революционная перестройка литосферы. В каждой паре стадий первые отражают создание океанической коры - океанизации; вторые являются стадиями континентализации.

Стадии океанизации характеризуются проявлением преобладающе мафитового магматизма, затухающего во времени от архея к среднему протерозою. В этом же направлении в мафитах падает содержание алюминия, магния, кальция, увеличивается количество железа и щелочей, происходит усложнение состава и строения магматических проявлений.
Стадии континентализации характеризуются развитием главным образом гранитоидного магматизма, также затухающего во времени по масштабам и усложняющемуся по составу и строению образований. Во времени в составе гранитов падает количество алюминия, магния, кальция и возрастает содержание железа и щелочей. В каждой из стадий континентализации гранитоиды натриевые предшествуют гранитоидам калиевым.
Единство и борьба магматизма стадий океанизации и континентализации формируют основу литосферы, где магматизм выступает главным ее создателем, а метаморфизм – метасоматизм является преобразователем океанической коры в континентальную.

NEWTON ROBERT C., Dept. of the Geophysical Sciences, Univ. of Chicago, USA

GEOTHERMOMETRY AND GEOBAROMETRY BASED ON EXPERIMENTAL AND THERMOCHEMICAL WORK IN THE $CaO-MgO-Al_2O_3-SiO_2$ SYSTEM

Experimental phase equilibrium work in simple model peridotite systems demonstrates that the Al_2O_3 content of orthopyroxene coexisting with olivine and spinel is a geothermometer nearly independent of pressure. For the reaction:

enstatite + spinel = Mg-Tschermak pyroxene + forsterite

the equilibrium temperature in the $MgO-Al_2O_3-SiO_2$ system is given with high accuracy in the range 700°-1400°C by: $T(°C) = 3875K + 443 + P(kbar)$, where K is the equilibrium constant for the reaction, which can, to a first good approximation for Mg-rich natural peridotites, be approximated by an ideal ion-site activity ratio.

Aluminous pyroxene geothermometry of natural spinel lherzolites shows that obducted peridotite slabs have commonly reequilibrated from temperatures of 1100°C or above to lower temperatures after removal from the mantle. Lherzolite nodules from explosive pipes, on the other hand, sometimes show high-Al_2O_3 rims and neoblasts, which infer a mantle-warming event prior to eruption.

The mole fraction of $CaAl_2SiO_6$ (CaTs) of clinopyroxene is, within experimental limits, the same as the mole fraction of $MgAl_2SiO_6$ (MgTs) in coexisting orthopyroxene in the spinel field at the same temperature and pressure in the CMAS system: in low Na-systems, the temperature calibration is virtually the same for both pyroxenes.

The Al_2O_3 contents of coexisting pyroxenes significantly decrease their mutual solubility. The experimental garnet-saturated miscibility gap applied to natural lherzolites indicates temperatures 100°-200° higher at a given pressure than if the Al_2O_3 contents were ignored.

The grossular content of natural peridotite garnets has a large effect on geobarometry based on the Al_2O_3 content of orthopyroxene. Reversed experiments in the $CaO-MgO-Al_2O_3-SiO_2$ system indicate pressures of South African mantle lherzolites 5 to 10 kbar lower than earlier estimates.

The assemblages garnet-plagioclase-orthopyroxene (clinopyroxene)-quartz are useful as granulite geobarometers nearly independent of temperature. The standard free energies of the CMAS reactions:

anorthite + enstatite = 2/3 pyrope + 1/3 grossular + quartz

anorthite + diopside = 1/3 pyrope + 2/3 grossular + quartz

can be evaluated purely from thermochemical data as (cal,K) 2237 + 7.417T and 373 + 9.493T, respectively. Various garnet, pyroxene and plagioclase activity models in common use with these $\Delta G°$'s yield pressures of natural granulites in the range 5 to 10 kbar, and which cluster around 8 kbar, demonstrating depths of burial of about 25 km and moderate geothermal gradients of about 30 °C/km. Earlier estimates for rocks from the same areas ranged from above 15 to less than 2 kbar. The new results demonstrate that the Archaean crust was, in some regions, at least as thick as the modern crust.

Experimental phase relations of anhydrous cordierite, enstatite, sapphirine and quartz or corundum in the MAS system, supplemented by thermochemical measurements, demonstrate that pressures of at least 6 kbar were attained in some Archaean terranes, such as the Aldan Shield. If some H_2O was present in cordierite, the pressures required to form high pressure assemblages equivalent to cordierite increase.

New thermochemical work on CMAS phases monticellite, merwinite, akermanite, gehlenite, grossular, diopside, anorthite and wollastonite has substantiated experimental equilibria among these phases which are in conflict with older thermochemical data. $Ca_2Al_2SiO_7$-$Ca_2MgSi_2O_7$ solid solutions are nearly ideal. As an application of the new data, anorthite-melilite-monticellite-grossular assemblages in veins in the Allende chondrite white nodules indicate equilibration temperatures near 700°C, showing that some reheating took place in the earliest solar system condensates before the accretion of large parent bodies.

NGUYEN XUAN TUNG, DO HOA LAN, Institute of Geol. and Min. Res., Hanoi, Vietnam

TIN - BEARING GRANITE IN VIETNAM

Tin-bearing granites in Vietnam crop out along some elongated quasi-meridional bands of medium 30-50 km wide, lightly bended to East or West, such as: Phia Cac - Tam Dao, Western Thanh Hoa, Western Nghe Tinh, Tra Mi - Du Long, Da Lat - Ca Na - Chua Chan,... On the regional geologic-structural plan of territory, these bands unite themselves to constitute the already-known discontinous TIN GRANITE BELT OF VIETNAM of a great S-tectonit form, within which the radiometric ages of tin-bearing granites range between 41-81 My. One can mention the following 4 main petrographic association types of high content in tin: 1) high-Li, B alaskitic granite, 2) High-B, F leucogranite, 3) high-F, TR leucogranite and 4) high-B, TR granite-granosyenite; all of them have relative high content in Al_2O_3, SiO_2; their K/Na ratio is higher than 1 and $^{87}Sr/^{86}Sr$ is higher than 0.7220. The large occurrence of alkaline or subalkaline magmatic rocks of approached ages within the zones of tin-bearing granites as well as the results of regional tectonical research allow us to conclude that the tin-bearing granites of Vietnam are genetically related to the geodynamic environment of intracontinental riftogenesis.

NICKEL KLAUS G. and BREY GERHARD; Max-Planck-Institut für Chemie, Mainz, FRG

EXPERIMENTAL TESTING OF GEOTHERMOBAROMETRY WITH NATURAL ROCK COMPOSITIONS AT HIGH PRESSURES AND TEMPERATURES

The most widely used geobarometers (gt-opx) and thermometers (cpx-opx) for the estimation of P,T conditions for garnet lherzolites are empirical or semi-empirical, extrapolating phase equilibrium data from simple systems (e.g. MAS, CMAS, CFMAS, SMACCR) to natural rocks. The extrapolation is likely to be reliable where a) the composition of the coexisting phases utilized for the estimation of natural rocks is closely matched by the simple systems b) the estimate is inside the calibrated range in both P and T. Many natural garnet lherzolites, particularly high-T, high-P samples from kimberlite, do not comply with one or both of these conditions. Thus P,T-estimation for natural rocks include large uncertainties due to extrapolation problems.

We have therefore carried out experiments with natural rock compositions (taking natural garnet- and spinel lherzolites as well as appropriate synthetic mixes as starting material) at high pressures (up to 50 kb) and temperatures (up to 1400°C) to check the applicability of geothermometers and -barometers at those conditions. The combined use of thermometers taking the P-effect on the cpx-opx miscibility gap into account and some more sophisticated barometers allows refinement of P,T estimates for natural rocks. The application yields a more reliable insight into temperature-depths distributions within the upper mantle/lithosphere and thus provides a better basis for geophysical/-dynamical modelling.

NIIDA KIYOAKI, Hokkaido Univ., Sapporo, Japan

EVIDENCE OF ON-LAND MESOZOIC SEAMOUNTS IN THE TOKORO OPHIOLITE BELT, HOKKAIDO, JAPAN

The Tokoro Ophiolite Belt located along the eastern margin of the axial zone of Hokkaido is composed mainly of Late Jurassic to Early Cretaceous greenstones such as basaltic-trachytic pillow lavas, dykes, hyaloclastites, and volcaniclastic conglomerates, with minor amounts of cherts and limestones. The following evidence indicates that the volcanic piles in the Tokoro ophiolites were seamounts on the Kula plate in Mesozoic time.

(1) Shallow submarine volcanism: A large amount of highly vesiculated pillow lavas and hyaloclastites formed by an explosive volcanism at shallow eruption level dominates in this belt. No subaerial pyroclastic rocks nor lava flows are recognized.

(2) Internal structures of the volcanic piles: Analysis of direc-

tions of pillow tubes and sequence of volcanic products indicate that the volcanic piles have a similar profile to seamounts.

(3) Co-existence of volcaniclastic (epiclastic) debris flow deposits and turbidites with the volcanic piles: Volcaniclastic conglomerate, sandstone, siltstone and shale rest on the foot of the thick piles of pillow lavas and hyaloclastites. The volcaniclastic rocks resemble to the sediments on the foot of seamounts and oceanic islands as described in DSDP reports.

(4) Petrologic affinity characterized by alkali basalt magmatism: The rocks of the volcanic piles are comprised in the alkali basalt series having a wide compositional range, alkali basalt - hawaiite - musearite - trachyte. The fractionation trend is not similar to that of the Hawaiian alkali basalt series, but to the Gough island rocks, as clearly demonstrated by variation trends in major and trace elements.

NIKISHOV K.N., KOVAL'SKY V.V., SAFRONOV A.F., ZAITSEV A.I., Geology Institute of the Yakut Department of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Yakutsk, USSR

THE EVOLUTION OF KIMBERLITE MAGMATISM

Kimberlite magmatism manifestations form space communities (kimberlite fields). Geophysical investigations revealed coincidence of kimberlite fields with negative gravity and magnetic anomalies which are caused by the presence of low density ultrabasic rocks in the basement under the fields.

Complex geological, petrographic, and mineralogical investigations of kimberlite rocks of the best studied Middle Paleozoic kimberlite formation of the Yakut province made it possible to put forward a model of their origination and formation. The formation of a kimberlite field is preceded by a diapiric amplacement of the upper mantle substance into the Earth crust in Late Proterozoic time. The emplacement time has been evaluted by Rb-Sr method on xenoliths of ulrtabasic rocks. A major prerequisite is metasomatism (0,74-0,84 Ga) of diapiric ultrabasic rocks. On next arrival of intratelluric fluids affecting metasomatic rocks, kimberlite (hydrous-carbonate-silicate) melts are formed. A similar time gap between metasomatism and the formation of a kimberlite melt is supposed for the Lower- and Upper Mesozoic formations. Petrographic peculiarities of the rocks of intrusive and subexplosive phases of kimberlite magmatism imply largely homogenous (liquid) state of melts forming the rocks of alnoite and kimberlite dykes and stocks. Further

evolution of magmatic matter representing a melt with initial rock relics makes for the origination of a subexplosive body system.

Peculiarities of the upper mantle substance evolution and the conditions of kimberlite melt origination specify polygenic nature of diamond and other minerals of kimberlite rocks, forming phenocrysts. Groundmass minerals crystallize from kimberlite melts. Garnet kelyphitization and olivine serpentinization result from peritectic reactions, which implies the peculiarity of thermodynamic conditions of the kimberlite system evolution.

Kimberlite formation rocks are the result of a long-term evolution of deep-seated matter, of which the main stages are represented by the inclusions of ultrabasic rocks and eclogites, phenocryst and groundmass minerals.

НИКИШОВ К.Н., КОВАЛЬСКИЙ В.В., САФРОНОВ А.Ф., ЗАЙЦЕВ А.И., Ин-т геологии Якутского филиала СО Академии наук СССР, г.Якутск, СССР

ЭВОЛЮЦИЯ КИМБЕРЛИТОВОГО МАГМАТИЗМА

Проявления кимберлитового магматизма образуют пространственные сообщества (кимберлитовые поля). Геофизическими исследованиями установлено совпадение с кимберлитовыми полями гравитационных и магнитных минимумов, которые вызваны наличием под полями в фундаменте массивов разуплотненных ультраосновных пород. Комплексное рассмотрение особенностей геологии, петрографии и минералогии пород на примере наиболее изученной среднепалеозойской кимберлитовой формации Якутской провинции дает основание для создания модели их зарождения и формирования. Внедрение вещества верхней мантии в земную кору по диапировому механизму в позднем протерозое предваряет образование кимберлитового поля. Время внедрения оценено Rb-Sr методом по ксенолитам ультраосновных пород. Важным подготовительным событием является метасоматоз (0,74-0,84 млрд. лет) ультраосновных пород диапира. При очередном подтоке интрателлурических флюидов, воздействующих на метасоматически подготовленные породы, зарождаются кимберлитовые (водно-карбонатно-силикатные) расплавы. Подобный временной разрыв между метасоматозом и образованием кимберлитового расплава намечается и для нижне- и верхнемезозойской формаций. Петрографические особенности пород интрузивной и субэксплозивной фаз кимберлитового магматизма свидетельствуют о существенно однородном (жидком) состоянии расплавов, формирующих породы даек и штоков альнеитов и кимберлитов. Образование системы субэксплозивных тел обусловлено дальнейшей эволюцией магматического вещества, представляющего собой расплав с реликтами исходных пород. Специфика эволюции вещества верхней мантии и условий зарожде-

ния кимберлитовых расплавов определяют полигенность алмаза и других минералов кимберлитовых пород, образующих порфировые выделения. Минералы основной массы кристаллизуются из кимберлитовых расплавов. Келифитизация граната и серпентинизация оливина происходят в результате перитектических реакций, что свидетельствует о своеобразии термодинамических условий при эволюции кимберлитовой системы. Породы кимберлитовой формации являются продуктом длительной эволюции глубинного вещества, основные этапы которой зафиксированы в виде включений ультраосновных пород и эклогитов, минералов порфировых выделений и основной массы.

NURLIBAEV A.N., STAROV V.I., Institute of Geological Sciences of the Kaz SSR Academy of Sciences, Alma-Ata, USSR

THE MAIN MAGMATIC PERIODS OF THE KAZACHSTAN

The geological history of the Kazachstan shows four consequtive megaperiods and some microperiods of the magmatic activity. Baikal megaperiod shows itself only at the ancient microcontinental zones. The paleocomplex rock consists of the amphibolites and ultramafites with a small eclogite, gabbro and plagiogranite. The subsequent final rock is the complex of the high - K granodiorites and granite. Caledonian megaperiod shows the forming of the geosynclinal zones, in which development there are three continious microperiods. The earliest one gave the continious series of the complex rock from the ophiolite to the trachydacite and trachyliparite with the intrusive comagmatic development. The capacious magmatic productive middle microperiod began with the arising subalkaline complex rock of the basaltoide series. The microperiod led to the forming of the upper-ordovician-silurian complexes granitoid mediobasic. Upper-caledonian period began with the short mantle hotbedstimulation and the generation of the basaltic-andesite-leucitic, granodiorite-monzonite-sienite complexes and granites. Hercynian megaperiod includes the great isolated variscian geosynclinal zones of the different time foundation. The peculiarity began to show itself from lower hercynian (C_{IV}+n) microperiod, when the continious differentiated balastic-andesite-plagioliparite and gabbro-diorite-granodiorite formations, comagmatic with them came into being in all areas. Middle hercynian microperiod has the same formations sequence only all of them have the trachytoides alkalescence, and on the whole, the middle-acid group of the formations is developed. Upper hercynian microperiod is characterized by the capacious intracrustal acid mag-

matic processes of the trachyliparite and leukogranite series. Epi-Hercynian megaperiod shows a stage of the development similar to the platform tectonic conditions. The new information gives an opportunity to distinquish the trappean formation, the formations of the basaltic-diabasic porphyrites and sanidine granite-granosienite-porphyries. Any differentiated magmatic complexes and formations, arising in any zones of Kazachstan, are formed, according to the petrochemical objective laws.

НУРЛЫБАЕВ А.Н., СТАРОВ В.И., Ин-т геологических наук Академии наук КазССР, г.Алма-Ата, СССР

ГЛАВНЕЙШИЕ ЦИКЛЫ МАГМАТИЗМА КАЗАХСТАНА

Геологическая история Казахстана отражает четыре последовательных мегацикла и ряд мелких микроциклов магматической деятельности. Байкальский мегацикл проявлен только в зонах древних микроконтинентов. Ранний комплекс представлен амфиболитами, ультрамафитами с небольшим количеством эклогитов, габбро и плагиогранитов. Завершающим является комплекс высококалиевых гранодиоритов и гранитов. Каледонский мегацикл отражает формирование геосинклинальных зон, в развитии которых проявилось три микроцикла. Самый ранний дал последовательную серию комплексов от офиолитов до трахидацитов и трахилипаритов со слабым развитием интрузивных комагматов. Средний микроцикл начинался с появления комплекса субщелочных пород базальтоидного ряда; микроцикл завершился формированием верхнеордовик-силурийских комплексов гранитоидов средне-основного состава. Позднекаледонский микроцикл начинался с кратковременной активизации мантийных очагов и образования базальт-андезит-лейцитовых, гранодиорит-монцонит-сиенитовых комплексов и гранитов. Герцинский мегацикл охватывает крупные разрозненные зоны геосинклиналей разного времени заложения. Своеобразие его начинает проявляться с ранневарисского (визе-намюр) микроцикла, когда повсеместно образовались последовательно дифференцированные базальт-андезит-плагиолипаритовые и комагматичные им габбро-диорит-гранодиоритовые формации. В среднегерцинском микроцикле та же последовательность формаций, только все они имеют щелочность трахитоидов, а в целом наиболее развито среднекислое семейство формаций. Позднегерцинский микроцикл характеризуется мощным внутрикоровым кислым магматизмом трахилипаритового и лейкогранитового рядов. Эпигерцинский мегацикл отражает этап развития,сходный с платформенным режимом. Новые материалы позволяют выделить трапповую формацию, формацию базальтовых - диабазовых порфиритов и санидиновых гранит-граносиенит-порфиров. По закону гомодромности формируются любые дифференцированные магматические комплексы и формации, возникшие в пределах любой зоны Казахстана.

NYABA PETER ADWOK, College of Natural Resouces and Environmental Studies, University of Juba, Juba, Sudan

PETROLOGICAL, GEOCHEMICAL AND TECTONIC IMPLICATIONS OF THE BASIC DYKES IN THE AREA OF JUBA, SOUTHERN REGION, SUDAN

Basic and ultrabasic igneous intrusions usually reflect crustal, sub-crustal and mantle conditions. In the area of Juba, a prominant linear dyke swamps with east-west trend in the exposed preterozoic basement gniesses occur. These dykes mainly lamprophyric definitely post date the polymetamorphosed gniesses, charnockitic granulites and post tectonic granitic batholiths which border the area. The relationship between these dykes and the basic/ultrabasic intrusions of Northern Uganda, Kenya and the basic volcanics of south-eastern Sudan is being investigated using petrological, geochemical and tectonic data.

OBOLENSKAYA R.V., BORISENKO A.S., OBOLENSKY A.A., Institute of Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Novosibirsk, USSR

PETROCHEMICAL ASPECTS OF ORE-BEARING ALKALINE BASALTOIDS

Dyke-complexes of alkaline basaltoids are characteristic elements of reactivated zones magmatism in the structures of Central Asia fold--belt. Low-temperature hydrothermal deposits of Pb, Zn, Co, Ag, Au, Sb, As, Hg, fluorite and barite are associated with them. Deposits are formed by polygenetic hydrotherms (juvenile magmatic metalbearing fluids had mixed with different type of vadose water: $\delta^{18}O$ = = -15 + 7‰; $\delta^{13}C$ = 0 + 7‰). As, Sb, Hg, Au, Ag, F et al. had been migrated by intratelluric fluids during melting from depth of Earth mantle to the ore-forming zones. Mg, Ca, Cu, Fe, Co, Ni, W, Ba at al. were mobilized from Earth crust rocks on the ways of moving hydrotherms. Relatively high contents (in g/t) Hg(0,15-0,27); Sb(2,0-5,7); Pb(80-140); As(3,0-10,0); Zn(87-150) in alkaline basaltoids complexes prove that these complexes may be potencially ore-bearing. A level of this contents is relatively constant and might be higher then phone about 10 times only. Hg and Pb are concentrated mainly in mafic minerals (phlogopite). Petrochemically alkaline basaltoids dyke-complexes are characterised by contrast composition and high content of volatile (CO_2, F, H_2O, P_2O_5) and alkaline (K, Na). This peculiarity defines generally its facial type (complex-dykes, sills, explosion pipes, numerous xenoliths) and mineral composition (intratelluric zonar cristalls of phlogopite,

clynopyroxenes, numerous apatite and other accesories saturated by rare earths (g/t): ΣTR_{Ce} = 220, ΣTR_{Y} = 35; La/Y = 35/48. Besides them are (g/t): Sr(1000-5000); Hf(9-10); Sc(0,5-2,0); Cs(6-7); K/Rb 500-600. Complete ore-complexes of alkaline basaltoids in reactivated zones (genetic sequencies of ore-depositions formations) depend on regime and depth of degasing magmatic fluids. Another words, the composition and consequence of these generated fluids and selected concentrations of ore element in this fluids are defined by PT. Metallogenic specialization of ore-provinces and zones depends on lateral irregularity of the Earth mantle composition.

ОБОЛЕНСКАЯ Р.В., БОРИСЕНКО А.С., ОБОЛЕНСКИЙ А.А., Ин-т геологии и геофизики СО Академии наук СССР, г. Новосибирск, СССР

ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РУДОНОСНОСТИ ЩЕЛОЧНЫХ БАЗАЛЬТОИДОВ

Дайковые комплексы щелочных базальтоидов являются характерным элементом магматизма зон активизированных глубинных разломов дейтероорогенных структур Центрально-Азиатского складчатого пояса. С ними парагенетически связаны низкотемпературные гидротермальные месторождения Pb и Zn , Co, Ag, Au, Sb, As, Hg, флюорита и барита, сформированные полигенными рудообразующими растворами, возникшими при смешении магматогенных металлоносных флюидов и значительной доли водозных вод (δO^{18}=-15 ÷ +7% , δC^{13}=0 ÷ 7%). As, Sb, Hg, Au, Ag, F и др. элементы преимущественно выносились интрателлурическими флюидами из пород мантии при ее плавлении, а Mg, Ca, Cu, Fe, Co, Ni, Ag , W, Ba и др. были мобилизованы из пород коры на путях движения гидротермальных растворов и в зоне минералообразования.

Повышенные остаточные концентрации (г/т) Hg(0,15 - 0,27), Sb(2,0-5,7), Pb(80 - 140), As(3,0 - 10,0), Zn(87 - 150) свидетельствуют о потенциальной рудоносности магматических комплексов. Уровень содержаний четко выдержан и может превышать фоновый примерно на порядок. Hg и Pb преимущественно концентрируются во флогопите и других фемических минералах, преобладающих в щелочных меланократовых породах. Петрохимически дайковые комплексы щелочных базальтоидов характеризуются контрастностью составов и высоким содержанием летучих (CO_2, F, Cl, H_2O, P_2O_5) и щелочей (K, Na), что определило их фациальный облик (многократные дайки, силлы, трубки взрыва, обилие глубинных ксенолитов) и минеральный состав (интрателлурические зонарные вкрапленники флогопита, клинопироксена, реже эпилейцита, керсутита, обилие апатита и др. акцессорных минералов, где концентрируются редкие земли (г/т): ΣTR_{Ce} - 220; ΣTR_{Y} - 35; La/Y - 35/48 . Кроме того, установлены (г/т): Sr - 1000 - 5000; Hf - 9 - 10; Sc - 0,5 - 20; Cs - 6 - 7; отношение K/Rb - 500 - 600.

Режимом и глубиной дегазации магматических очагов определяются состав и последовательность отделения летучих и, как следствие, избирательная концентрация рудных элементов во флюиде, что обуславливает полноту проявления рудных комплексов (генетических рядов рудных формаций) щелочно-базальтоидной магматической формации. Неоднородность мантии полатерали определяет металлогенический профиль рудных провинций и зон.

OGASAWARA MASATSUGU, Hokkaido Branch, Geological Survey of Japan, Sapporo, Japan

PETROGENESIS OF PROTEROZOIC GRANITOIDS FROM HALLS CREEK MOBILE ZONE, WESTERN AUSTRALIA

A wide variety of granitoids are present in the Halls Creek Mobile Zone, and they were emplaced in early Proterozoic sedimentary and metamorphic rocks. Age of the emplacements ranges from 2.0 to 1.7 Ga.

Two stages of tonalite-trondhjemite activity were recognized in the early phase of the granitoid magmatism. Tonalites of the first stage contain characteristically hypersthene. They were followed by voluminous intrusions of porphyritic granite and alkali feldspar granite.

Major, trace element and Sr-isotope data indicate the tonalite-trondhjemite suites were derived by partial melting of mafic rocks. On the other hand, geochemical results of the porphyritic granite suggest source rocks of the granite would contain sedimentary rocks.

Genesis of the granitoid magma in the Halls Creek Mobile Zone and its tectonic setting give constraints on the crustal development model in the northern Australia.

OKAMURA SATOSHI, Hokkaido Univ., Sapporo, Japan

SPATIAL AND TEMPORAL VARIATIONS IN COMPOSITION OF NEOGENE VOLCANIC ROCKS OF SOUTHWESTERN HOKKAIDO, JAPAN

Lateral changes in chemical composition have been recognized for Quaternary volcanoes from Pacific Ocean side to Japan Sea side(back arc), i.e. low alkali tholeiite, high alkali tholeiite(high alumina basalt), and alkali basalt. In NE Japan, island arc volcanism began in Neogene. In SW Hokkaido, Neogene volcanism is devided into three stages. The first stage is of early Miocene, the second middle Miocene, and the third late Miocene to Pliocene. The chemical nature of the third stage rocks resembles to that of

Quaternary volcanic rocks, whereas the first and second stages are different from the Quaternary.

The rocks of the first stage are rich in K_2O, Na_2O, light REE, and especially rich in TiO_2(>1.5%). As well known, island arc magma is characterized by low TiO_2. However, the early Miocene volcanics are different from that of general island arc.

The rocks of the second stage are also rich in TiO_2. Those from the Japan Sea side are rich in Na_2O and poor in K_2O, belonging to the low K tholeiite series.

The rocks of the third stage show a lateral change in chemical composition from Pacific Ocean side to Japan Sea side, as conspicuously recognized by K_2O content, REE patern, maximum FeO*/MgO ratios, etc.

The magmatism of the first and second stages is considered to have resulted from the development of back arc basin.

ORLOV D.M., ORLOVA M.P., A.P. Karpinsky All-Union Geological Research Institute, Leningrad, USSR

INITIAL COMPOSITION AND MODELS OF FORMATION OF MAFITE-ULTRAMAFITE OF LAYERED AND CONFOCAL COMPLEXES OF NORMAL AND HIGH ALKALINITY

Proceeding from the ideas about the determing role of the crystallized differentiation during the formation of intrusions on the basis of detailed geological maps of massifs and composition of rocks forming them there were calculated the compositions of initial magma and evolving fusions for 140 mafite-ultramafite massifs and complexes. The initial fusions are correlated with the composition of volcanites of the same complexes and deep-seated inclusions. The data treated by means of factor analysis allowed in single system of coordinates to estimate the similarity and difference of the initial fusions of the analyzed complexes of the normal and high alkalinity and to compare the values and tendency of evolution trends. The differences recieved in the composition of the initial magma producing complexes and massifs various in formation respect may be explained by different completeness of fusion of the mantle substratum and different depth of occurrence of magma-forming hearthes. The inheritance of the petrochemical and geochemical specialization of the mafite-ultramafite complexes of age in the limits of single

structural-formation zone and magmatic provinces may point to the primary heterogenity of the upper mantle.
The data about the composition of the initial magma and evolving fusions were used for the construction of quantitative petrogenetic models of the formation of layered and confocal (many phases) intrusions of the normal and high alkalinity. They allow to analize the coexisting pairs rock-fusion and also to establish the interrelation of the processes of rock and ore-formation during the formation of intrusive bodies.

ОРЛОВ Д.М., ОРЛОВА М.П., Всесоюзный научно-исследовательский геологический ин-т им. А.П.Карпинского, г.Ленинград, СССР

ИСХОДНЫЕ СОСТАВЫ И МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ МАФИТ-УЛЬТРАМАФИТОВЫХ РАССЛОЕННЫХ И КОНФОКАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ НОРМАЛЬНОЙ И ПОВЫШЕННОЙ ЩЕЛОЧНОСТИ

Исходя из представлений об определяющей роли кристаллизационной дифференциации при формировании интрузий на основании детальных геологических карт массивов и состава слагающих их пород рассчитаны составы исходных магм и эволюционирующих расплавов для ста сорока мафит-ультрамафитовых массивов и комплексов. Исходные расплавы сопоставлены с составами вулканитов тех же комплексов и глубинных включений.

Данные, обработанные путем факторного анализа, позволили в единой системе координат оценить сходство и различие исходных расплавов анализируемых комплексов нормальной и повышенной щелочности и сравнить величины и направленность эволюционных трендов. Полученные различия в составе исходных магм, продуцирующих разные в формационном отношении комплексы и массивы, могут быть объяснены разной полнотой плавления мантийного субстрата и неодинаковой глубиной залегания магмообразующих очагов. Унаследованность петрохимической и геохимической специализации разновозрастных мафит-ультрамафитовых комплексов в пределах единых структурно-формационных зон и магматических провинций может свидетельствовать о первичной неоднородности верхней мантии.

Данные о составах исходных магм и эволюционирующих расплавов использованы для построения количественных петрогенетических моделей формирования расслоенных и конфокальных (многофазных) интрузий нормальной и повышенной щелочности. Они позволяют анализировать сосуществующие пары порода-расплав, а также устанавливать взаимосвязь процессов породо- и рудообразования в ходе становления интрузивных тел.

PAREEK H.S., Geol. Survey India, Calcutta, India

STRATIGRAPHY, PETROGRAPHY, AND GEOCHEMISTRY OF THE PANJAL VOLCANICS, KASHMIR, INDIA

Extensive field work was carried out in the Panjal volcanics localities of Kashmir by the author. The Panjal Volcanics comprise Agglomeratic slate, and Panjal Volcanic rocks. The stratigraphic sequence of rock formations indicates that volcanicity commenced from Uralian and lasted till Upper Triassic. The emanations of Upper Paleozoic phase occurred along two parallel geofracture zones, and of Mesozoic phase were controlled by developing shears. The Agglomeratic slates are highly variable in texture and composition. The Panjal Volcanic rocks are essentially non-porphyritic, with scanty porphyritic and glomeroporphyritic varieties; they show intense alteration, epidotization and chloritisation. The rock types belong to basalt-andesite-rhyolite suite; spilite and Keratophyre have also been recorded. Geochemical data on the major oxides of 41 rock specimens shows that TiO_2, Fe_2O_3, FeO, MgO and Na_2O contents increase from older to younger flows. Higher an, with Or increasing in younger flows, characterise these traps. The maximum abundances of trace elements determined in 71 rock specimens are comparable to those of a normal basalt. The Panjal Volcanic episode is an outcome of triggering of hot spot activity, during the Hercynian, in north-western Himalaya. A tholeiitic magma was primarily responsible for the volcanicity which took place under submarine conditions.

PERCHUK L.L., Institute of Experimental Mineralogy of the USSR Academy **of Sciences, Chernogolovka, Moscow** Region, USSR

THE PROBLEMS OF METAMORPHIC EVOLUTION OF THE SHIELDS AND FOLDED BELTS

From studing evolution of the regional metamorphism three main problems arise: 1) tectonic control; 2) thermodynamic regime of the evolution; 3) the sequence of metamorphic events and time duration. Solving all these problems enables to understand the main regularities of metamorphic processes. Both paragenetic analysis and thermometry and barometry allow to describe the metamorphic evolution in terms of temperature (T) and pressure (P). In Precambrian shields the prograde metamorphic stage is "erased" by diaphthoresis and as a result the prograde diffusion zoning in the coexisting minerals can not be preserved. Meanwhile, the prograde mineral reactions in the rocks

can be found (substitution of biotite by hypersthene, garnet - by cordierite etc., Korikovskii, 1979; Perchuk et al., 1983). However, the retrograde chemical zoning is typical for participants of these reactions. Evolution of the P-T parameters of metamorphism can be described by the microprobe analysis of zoned coexisting minerals with the following application of geothermometers and geobarometers studied experimentally. In the folded metamorphic belts framing the shields mentioned above PT-parameters increase up to the granulitic conditions very rarely. The multiplied diaphthoresis is not typical for these formations and zoning in the coexisting minerals can reflect prograde as well as retrograde stages of metamorphic evolution. Some examples of such formations are given. The regional metamorphism of shields and folded belts is shown to occur at the conjugate PT-change. The time duration is not to be the main factor of metamorphic evolution because it is determined by the following: 1) the degree of rock dislocation, 2) amount and composition of fluids and 3) intensity of the heat flow. The greater the role of these factors, the more completed the mineral reactions, preserving , thus, less information on the metamorphic evolution.

ПЕРЧУК Л.Л., Ин-т экспериментальной минералогии Академии наук СССР, Черноголовка Московской области, СССР

ПРОБЛЕМЫ ЭВОЛЮЦИИ МЕТАМОРФИЗМА ЩИТОВ И СКЛАДЧАТЫХ ОБЛАСТЕЙ

Три основных проблемы возникают при изучении эволюции регионального метаморфизма: I) тектонический контроль; 2) термодинамический режим на всех стадиях эволюции и 3) последовательность метаморфических событий и их продолжительность во времени. Совместное решение всех этих проблем позволит познать главнейшие закономерности формирования метаморфических формаций. Парагенетический анализ в совокупности с методами термометрии и барометрии позволяет записать в терминах температуры (Т) и давления (Р) метаморфическую эволюцию. В породах докембрийских щитов прогрессивный этап метаморфизма затушевывается при диафторезе и не проявляется в диффузионной зональности сосуществующих минералов. Вместе с тем можно встретить минеральные парагенезисы прогрессивного типа (замещение биотита гиперстеном, граната кордиеритом и т.п.; Кориковский, 1979; Перчук и др., 1983). Но в минералах из этих ассоциаций также возникает зональность регрессивного типа. Запись эволюции РТ-параметров метаморфизма можно осуществить на основе микрозондового анализа зональных сосуществующих минералов и соответствующих геотермометров и геобарометров, выведенных теоретически и экспериментально. В складчатых областях, нередко представляющих собой более молодые обрамления щитов, РТ-параметры метаморфиз-

ма очень редко возрастают до условий гранулитовой фации. Редко здесь можно встретить многократное наложение диафтореза и потому зональность сосуществующих минералов может отражать как прогрессивный, так и регрессивный этапы метаморфизма. Такие примеры приводятся для нескольких формаций. Показано, что региональный метаморфизм щитов и складчатых областей осуществляется при сопряженном изменении PT-параметров. Время не является главным фактором эволюции метаморфизма, срок которого определяется степенью дислоцированности пород, присутствием флюидной фазы и интенсивностью теплового потока. Чем заметнее роль этих трех факторов, тем полнее протекают реакции между минералами и меньше сохраняется информации об эволюции метаморфизма.

PERCHUK L.L., Institute of Experimental Mineralogy of the USSR Academy of Sciences, Chernogolovka, Moscow Region, USSR; **KUSHIRO I.**, Tokyo University, Tokyo, Japan

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE SURFACE OF THE LIQUIDUS IN THE SYSTEM ALKALI BASALT - WATER UP TO PRESSURE 20 KBAR

The problem was being solved to estimate the water content in magmas during the evolution of basalt series. The natural alkali basalt of the following composition has been chosen: SiO_2 - 49.73; TiO_2 - 2.10; Al_2O_3 - 15.82; FeO - 9.57; MgO - 6.41; MnO - 0.16; CaO - 9.30; Na_2O - 3.45; K_2O - 1.34; P_2O_5 - 0.33; total - 99.05. The experiments were conducted in the isobaric sections at 10, 15 and 20 kbar using piston-cylinder apparatus with 1/2 and 3/4 inch chambers. 5 kbar-section and the position of the water saturated liquidus onto the P-T plan up to 5 kbar have been studied using a gas vessel. At P=1 atm. and T=1205°C the liquidus has been determined by a loop method in the high-temperature furnace with $f_{O_2} = 10^{-8}$ controlled by the given ratio H_2/CO_2. Dry liquidus is studied by the reversal method in the graphite tubes sealed in platinum capsules. At pressures below $10^{\pm}$ 0.5 kbar olivin (Ol) is the mineral of liquidus and above 10 kbar - clinopyroxene (Cpx) does. With the Ni-NiO buffer in the nickel capsules Ol also is the mineral of the water saturated liquidus up to P=5 kbar. Above 10 kbar Cpx is stable at the liquidus, whatever the water content in the system ($N^L_{H_2O}$). Change of minerals at liquidii reflects a change in the melt structure these minerals crystallized from, with decreasing T, $N^L_{H_2O}$ or increasing the total pressure P_S. This conclusion follows from the data on the H_2O solubility in the melt at the water saturated liquidus: (T°C, P, kbar, wt.%) : 1015°/1/3, 1060/2.9/6.3, 1035/5/8.2, 1018/10/10.5, 1015/11/19.8;

1009/15/20.2 and 1008/20/21.4. Plotting these data onto the P-$N^{L}_{H_2O}$ plan the inflection of water content is appeared over 10-11 kbar range. That means, that brucite-like clusters are supposed to appear in the water saturated melt as a result of the phase transition of the orthosilicate "structure" into the metasilicate one. That is supported by the complex kinetics of crystallization of Cpx at liquidus studied in the work carefully.

ПЕРЧУК Л.Л., Ин-т экспериментальной минералогии Академии наук СССР, Черноголовка Московской области, СССР; КУШИРО И., Токийский университет, г.Токио, Япония

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ЛИКВИДУСА В СИСТЕМЕ ЩЕЛОЧНОЙ БАЗАЛЬТ - ВОДА ДО ДАВЛЕНИЙ 20 КБАР

Задача решалась с целью оценки водосодержания магм в ходе развития базальтовых серий. Для экспериментов был выбран образец щелочного базальта следующего состава: SiO_2-49,73; TiO_2 - 2,10; Al_2O_3 -15,82; FeO -9,57; MgO -6,41; MnO -0,16; CaO -9,30; Na_2O -3,45; K_2O-1,34; P_2O_5 -0,33 (сумма 99,05). Исследования проводились в изобарических сечениях при 10, 15,20 кбар на аппаратах цилиндр-поршень, в камерах 1/2 и 3/4 дюйма (сечение 5 кбар) ;также положение водонасыщенного ликвидуса на PT диаграмме до 5 кбар изучено в газовой бомбе. Ликвидус при P=1 атм и 1205°C определен методом петли в высокотемпературной печи при f_{O_2} = 10^{-8} заданным соотношением H_2/CO_2. Сухой ликвидус изучен подходом с двух сторон в графитовых вкладышах, запечатанных в платиновые ампулы. До 10± 0,5 кбар минералом ликвидуса является оливин (Ol), а выше - клинопироксен (Cpx). На буфере Ni-NiO в никелевых ампулах удалось сохранить Ol в качестве минерала водонасыщенного ликвидуса до P=5 кбар. Выше 10 кбар Cpx стабильно удерживается на ликвидусе при любом содержании воды в системе ($N^{L}_{H_2O}$). Смена минералов ликвидуса отражает изменение структуры расплава, из которого эти минералы выпадают при снижении T, $N^{L}_{H_2O}$ или же увеличении общего давления (P_s). Этот вывод вытекает из данных по растворимости H_2O в расплаве на водонасыщенном ликвидусе. Ее содержание возрастает следующим образом ($T^{0}C$/P,кбар /вес.%): 1015/1/3; 1060/2,9/6,3; 1035/5/8,2; 1018/10/10,5; 1015/11/19,8; 1009/15/20,2 и 1008/20/21,4. При нанесении этих данных на диаграмму P - $N^{L}_{H_2O}$ обнаруживается скачок в растворимости воды в интервале 10-11 кбар. Предполагается, что в водонасыщенном расплаве при P = 10 кбар возникают бруситоподобные комплексы как результат фазового перехода ортосиликатных кластеров в метасиликатные. Этот переход также находит подтверждение в сложной кинетике появления Cpx на ликвидусе, тщательно изученной в этой работе.

PEREZ MIREYA., EGUIPKO OLEG., Centro Investigaciones Geol., Min. Ind. Básica; SUKAR KUSTRINI., Inst. Geol. y Pal.; MARI TERESA., Empresa - Geol. Camagüey, SOTO TERESA., Inst. Geol. y Pal. Academia de Ciencias de Cuba, Cuba

DESARROLLO DEL MAGMATISMO GRANITOIDEO EN LA ISLA DE CUBA Y SU EXPECIALIZACION METALOGENICA

Entre las formaciones magmáticas de Cuba los granitoides son las más extendidas, aunque hasta ahora las menos estudiadas. En este trabajo se realiza por primera vez una generalización de los granitoides de Cuba, desde el punto de vista geólogo-estructural, petrográfico, petroquímico, mineralógico-geoquímico y su especialización metalogénica. Para realizar este trabajo hemos recopilado todos los materials existentes hasta el momento, ofreciéndose características generales del magmatismo ácido y medio de Cuba, utilizando los metales alcalinos y el contenido de elementos siderofílicos en las magnetitas accesorias como criterio de génesis y de capacidad metalífera, con los resultados químicos del par biotita-hornblenda obtuvimos criterio de profundidad y de temperatura de cristalización. De acuerdo a la edad nosotros dividimos tres grupos de granitoides: 1) Jurásico Superior 2) Cretácico Superior 3) Eoceno Medio. Al primer grupo pertenecen los granitos biotíticos de Río Canas (sureste del pueblo de Sierra Morena, al segundo grupo pertenecen los granitoides de Cuba Central (Villa Clara-Camagüey). Aquí dividimos 3 complejos en Camagüey y 2 en Villa Clara. Al tercer grupo pertenecen los granitoides de la parte sur de la Sierra Maestra los cuales forman dos complejos. Todos estos complejos por sus características petroquímicas se dividen en dos series normal representada en toda Cuba y alcalina representada solo en Camagüey. La especialización metalógenica endógena de Cuba central, revela gran semejanza con Cuba Oriental a pesar de la diferencia en edad y situación tectónica. En este trabajo se ofrecen las principales características metalogénicas de los granitoides.

PERSIKOV E.S., Institute of Experimental Mineralogy of the USSR Academy of Sciences, Chernogolovka, Moscow Region , USSR

SUMMARIZED REGULARITIES, A MODEL FOR CALCULATION AND PREDICTION OF VISCOSITY OF MAGMATIC MELTS

The viscosity of magmatic melts (granitic, nepheline syenite, andesite, basalt) with "volatile" constituents (H_2O, Ar, H_2, H_2O+HCl,

H_2O+HF, H_2O+NaCl) has been studied experimentally using a radiation high pressure viscometer (accuracy ± 10%).

Viscosity of melts close to the liquidus in the acid-ultrabasic series is shown to change over a wide range (1-10^8 poises). The viscosity temperature dependence is exponential, whatever the melt composition. Viscosity and activation energy of the viscous flow are found to decrease regularly with increasing degree of the melt depolymerization (basicity).

Viscosity (η) and activation energy of the viscous flow (E) of dry and fluid-bearing magmatic melts decrease with increasing total and fluid pressure and that is connected with the $Al^{IV} \rightarrow Al^{VI}$ transition in the melts with rise in pressure. Water is found to be a deciding "volatile" constituent to influence upon mobility of natural magmas, and the pseudo-binary system alumosilicate melt - H_2O, therewith, shapes fairly properly magmas behaviour at the different hypsometric levels of crust. Viscosity of magmatic melts as well as melts of rock-forming minerals at thermodynamic parameters of their liquidii is shown to be an efficient quantitative criterion of basicity. A general scale of the melt basicity of rock-forming minerals and magmatic melts is also suggested in the quartz-larnite and granite-dunite series respectively.

A new model of high-accurate ($\Delta\eta$= ± 30%, Δ E= ± 3%) calculation and prediction of viscosity of magmatic melts is proposed to be functionally dependent on composition, temperature, the total and fluid pressure. The quantitative relationship between viscosity and physicochemical conditions of appearing, evolution and formation of magmas has been established.

ПЕРСИКОВ Э.С., Ин-т экспериментальной минералогии Академии наук СССР, Черноголовка Московской области, СССР

ОБОБЩЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ, МОДЕЛЬ РАСЧЕТА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЯЗКОСТИ МАГМАТИЧЕСКИХ РАСПЛАВОВ

С помощью радиационного вискозиметра высокого давления с относительной погрешностью ±10% осуществлены экспериментальные исследования вязкости магматических расплавов широкого спектра составов по петрогенным (гранит, нефелиновый сиенит, андезит, базальт) и летучим (H_2O, Ar, H_2, H_2O+HCl, H_2O+HF, H_2O+NaCl) компонентам. Показательно, что диапазон изменения вязкости близликвидусных расплавов в ряду кислые-ультраосновные чрезвычайно широк (более восьми порядков величины). Независимо от состава расплавов температурная зависимость вязкости является экспоненциальной. Установлено, что вязкость и энергия акти-

визации вязкого течения закономерно уменьшаются с ростом степени деполимеризации (основности) расплавов. Вязкость (η) и энергия активации вязкого течения (E) "сухих" и флюидсодержащих магматических расплавов уменьшаются с ростом общего и флюидного давления, что связывается со структурным переходом $Al^{IV} \rightarrow Al^{VI}$ в расплавах с ростом давления. Установлено, что из широкого спектра летучих компонентов определяющее влияние на подвижность природных магм оказывает вода и псевдобинарная система алюмосиликатный расплав - H_2O достаточно корректно моделирует их поведение на различных гипсометрических уровнях земной коры. Показано, что вязкость магматических расплавов и расплавов породообразующих минералов при термодинамических параметрах их ликвидусов является эффективным количественным критерием основности, и предложена общая шкала основности расплавов породообразующих минералов в ряду кварц-ларнит и магматических расплавов в ряду гранит-дунит. Предложена новая модель высокоточного ($\Delta\eta = \pm 30\%$, $\Delta E = \pm 3\%$) расчета и прогнозирования вязкости магматических расплавов в функциональной зависимости от состава, температуры, общего и флюидного давления. Установлена количественная взаимосвязь вязкости с физико-химическими условиями процессов зарождения, эволюции и становления магм.

PESTY LÁSZLÓ, Hungarian Academy of Sciences Laboratory for Geochemical Research, Budapest, Hungary

EXPERIMENTAL MODELLING OF PALAGONIZATION

The glassily solidified vulcanites are much more sensitive to the secondary /e.g. hydrothermal/ geological influences than the crystallized rocks of the same lava. During palagonization a water diffusion is proceeding in the vitrous groundmass of the basalt-pyroclastics.

Our hydrothermal experiments run with artificial glass samples prepared from Hungarian basalts. After experiments the samples were investigated under microscope by X-ray diffractometric and electron-microprobe methods. In the vitrous groundmass the water propagates with a well marked frontline. The speed of diffusion is a function of t, p_{H_2O}, chemical composition of the glass and it can be determined under laboratory conditions.

Because of the fast cooling, the rockforming ions were fixed in amorphous state. The diffusion of the water with high pt values produced two kind of results. Inside the vitrous material this mobilization of the ions makes possible the generation and increase of the crystals, namely the devitrification. On the other hand, the mobilized ions are steeping out from the palagonized basalt glass assuring the ionic supply of the individual crystals grow in the intergranular spaces.

PETROV V.P., BELYAEV O.A., Institute of Geology of the Kola Branch of the USSR Academy of Sciences, Apatity, USSR

CYCLICITY AND ENDOGENIC REGIMES OF THE EARLY PRE-CAMBRIAN METAMORPHISM

Geological-petrological model of the Pre-Cambrian of the north-east part of Baltic Shield includes three tectono-metamorphic cycles. The Early Archean, Saami cycle (the age is more than 3.3 b.y.) conjugated with the formation of the protosialic crust is characterized by subareal geothermal-static metamorphism of high geothermic paleogradients. The Upper-Archean, Kola cycle (2900-2700 m.y.-old) is a period of the development of proto-geosyncline mobile zones. This cycle metamorphism paleozonation is laterally low gradient represented by amphibolite and granulite facies of the andalusite-sillimanite type (thermodynamic paleogradient 110-150°C/kbar.). Metamorphic processes of the Early Proterozoic, Karelia cycle are related to tectono-magmatic activation of the Late Archean protoplatform crust. They evolve from stratiform metamorphism of burial (paleogradient 130-150°C/kbar) at initial stages of rift formation and spreading (2400-2000 m.y.-old) to zonal synfolded metamorphism (paleogradient 90-110°C/kbar) of the period of predominant contraction of the Earth crust (1900-1700 m.y.-old). Metamorphism degree ranges from prehnite-pumpellyite to amphibolite facies in greenstone troughs and to granulitic one in the zones of deep-seated tectonic sutures and thrusts. Differentiation of endogenic regimes of metamorphism and magmatism with a tendency to form paired metamorphic belts in the Upper Archean and Proterozoic is caused by the evolution of thickness and composition of the crust, its heterogeneity increase and by the change of style of tectonic movements. The differentiation results in the growth of metallogenic variety of products of metamorphogenetic ore formation.

ПЕТРОВ В.П., БЕЛЯЕВ О.А., Кольский филиал Академии наук СССР, Геологический ин-т, г.Апатиты, СССР

ЦИКЛИЧНОСТЬ И ЭНДОГЕННЫЕ РЕЖИМЫ МЕТАМОРФИЗМА РАННЕГО ДОКЕМБРИЯ

Геолого-петрологическая модель докембрия северо-восточной части Балтийского щита включает три тектоно-метаморфических цикла. Раннеархейский саамский цикл (древнее 3,3 млрд.лет), сопряженный с формированием протосиалической коры, характеризуется субареальным геотермально-статическим метаморфизмом высоких геотермических палеоградиентов. Верхнеархейский кольский цикл (2900-2700 млрд.лет назад) соотносится с развитием протогеосинклинальных подвижных зон. Палеозональность метаморфизма этого цикла латерально малоградиентна,

представлена амфиболитовой и гранулитовой фациями андалузит-силлиманитового типа (термодинамический палеоградиент 110-150°С/кбар). Метаморфические процессы раннепротерозойского карельского цикла связаны с тектономагматической активизацией позднеархейской протоплатформенной коры. Они эволюционируют от стратиформного метаморфизма погребения (палеоградиент 130-150°С/кбар) в начальные этапы рифтогенеза и спрединга (2400-2000 млн.лет назад) к зональному синскладчатому метаморфизму (палеоградиент 90-110°С/кбар) периода преобладающего сокращения земной коры (1900-1700 млн.лет назад). Степень метаморфизма варьирует от пренит-пумпеллиитовой до амфиболитовой фации в зеленокаменных прогибах и до гранулитовой фации в зонах глубинных тектонических швов и надвигов. Дифференциация эндогенных режимов метаморфизма и магматизма с тенденцией формирования парных метаморфических поясов в верхнем архее и протерозое обусловлена эволюцией мощности и состава коры, увеличением ее гетерогенности, изменением стиля тектонических движений. С ней взаимосвязано эмпирически установленное расширение металлогенической специализации метаморфогенного рудообразования.

PHAN TRUONG THI, NGUYEN VAN NGOAN, VU NGOC QUYNH, General Department of Geology of Socialist Republic of Vietnam, Hanoi, Vietnam;
KOTELNHICOV A.R., Institute of Experimental Mineralogy, Chernogolovka, Moscow Region, USSR

KINETIC ANALYSE OF GARNET ZONING OF REGIONAL METAMORPHIC COMPLEXES OF SOCIALIST REPUBLIC OF VIETNAM

Garnets in all of regional metamorphic complexes of SRV have been studied by means of microprobe analyse. Kinetic analyse of their zoning is necessary for geobarometer and geothermometer aim. In the different metamorphic facies rockforming garnets charaterized by distinctive zoning. Garnets of garnet cordierite gneisses of granulite facies contain X_{Mg} = 0.43 in the crystal cores and X_{Mg} = 0.26 in the edges. In their same paragenesis Cordierites are characterized by X_{Mg} = 0.69 - 0.72 and Biotites - by X_{Mg} = 0.58-0.59. These studied zoning is conditioned by variation of thermodynamical conditions of metamorphism. Garnets of biotite sillimanite gneisses of garnet amphibolite facies are characterized by monotonous distribution of MgO, FeO, CaO, MnO ... In general, X_{Mg} in garnets reached 0.21-0.24. Garnets without zoning show a constancy of thermodynamical conditions of metamorphism. Only in the granitizationed metamorphic rocks X_{MnO} of garnets are very high (X_{Mn} = 0.30-0.40). In these case garnets are always zonal. Garnets of biotite muscovite schists and others rocks of greenschist facies are clearly zonal with X_{Mg} =

0.07 (edge) - 0.16 (core). In the same rock X_{Mg} of little crystals equal X_{Mg} in the edge of big garnet crystals. In the same complexe of rocks of same metamorphic subfacies rockforming garnets of metapelites are always clealy zonal, but metabasalt garnets nearly homogeneous.

PODLESSKY K.K., and ARANOVICH L.Ya., Inst.of Experimental Mineralogy of the USSR Academy of Sciences, Chernogolovka, Moscow Region, USSR

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF CORDIERITE-GARNET EQUILIBRIA AND BAROMETRY OF ALUMINUOUS GRANULITES

The cordierite(Cor)+garnet(Gr)+sillimanite(Sil)+quartz(Qz) equilibrium was studied experimentally and theoretically to obtain an indicator of metamorphic conditions. The stability limits of this assemblage were determined in terms of temperature, pressure, and magnesium content of the system in presence of pure water or a nater-carbonic acid fluid. The experimental results imply that the iron contents of cordierite and garnet increase jointly with increasing temperature under isobaric conditions. Introduction of the fluid components (H_2O, CO_2 etc.) into the channels of the cordierite structure makes the Cor stability field wider comparing to "dry" conditions. Nevertheless, Cor remains to be a more high-temperature phase with respect to the Gr+Sil+Qz assemblage. With regard to this stabilization effect of the fluid pressure a geological thermobarometer based on distribution of Fe and Mg between Gr and Cor in the Sil+Qz bearing parageneses has been calibrated. Both experimental data on the Al content of orthopyroxene(Opx) coexisting with Gr and Cor+Qz, and the data on the natural assemblages were employed to derive a P-T diagram with a mineral facies boundary between the Cor+Gr bearing parageneses and the Opx+Sil parageneses. Estimates of P-T regimes of different granulite complexes show similar pattern of evolution of the metamorphic conditions at a retrograde stage.

ПОДЛЕССКИЙ К.К., АРАНОВИЧ Л.Я., Ин-т экспериментальной минералогии Академии наук СССР, Черноголовка Московской области, СССР

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОРДИЕРИТ-ГРАНАТОВЫХ РАВНОВЕСИЙ И БАРОМЕТРИЯ ВЫСОКОГЛИНОЗЕМИСТЫХ ГРАНУЛИТОВ

Проведено экспериментальное и теоретическое исследование равновесия кордиерита с гранатом, силлиманитом и кварцем как индикатора термодинамических условий метаморфизма. Определены границы устойчивости

этой ассоциации в зависимости от температуры, давления и магнезиальности системы в присутствии водного или водно-углекислого флюида и экспериментально установлено, что при повышении температуры в изобарических условиях происходит сопряженное увеличение железистости кордиерита и граната. Анализ влияния вхождения компонентов флюида (H_2O, CO_2 и др.) в каналы структуры кордиерита показывает, что, хотя присутствие летучих расширяет область устойчивости этого минерала по давлению по сравнению с "сухими" условиями, он все же остается более высокотемпературной фазой, чем альтернативная ассоциация Gr+Sil+Qz. С учетом этого эффекта откалиброван геологический термобарометр, основанный на распределении Fe и Mg между Gr и Cor из метапелитов, содержащих силлиманит и кварц. Исходя из полученных результатов, а также данных по глиноземистости ортопироксена в ассоциациях с Gr и Cor+Qz и составам сосуществующих минералов из природных парагенезисов рассчитано положение на PT диаграмме границы гранат-кордиеритовой и гиперстен-силлиманитовой фаций метаморфизма. Проведена оценка P-T режима метаморфизма различных гранулитовых комплексов и выявлена сходная картина их эволюции на регрессивной стадии.

PODLESSKY K.V., VLASOVA D.K., KUDRYA P.F., Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

PECULIARITIES OF LOCALIZATION OF MINERALIZATION IN SKARNS OF MONGOLIA

Geology of location of the contact skarn ore bodies of the studied territory of Mongolia is defined by combination of the Precambrian basement blocks which are represented in sections by the carbonate and gneiss-schist rock masses intersected by intrusions of the granodiorite-granite leucocratic series. There exist a distinct genetic relation between different types of ores and certain metasomatic rocks. Iron (magnetite) mineralization is associated with magnesian and calcic skarns. Magnesian skarns (of magmatic stage) are characterized by the following metasomatic zonality: 1) granitoid, 2) pyroxene-plagioclase rock, 3) spinel-pyroxene rock, 4) pyroxene-forsterite or spinel-forsterite rock, 5) forsterite calciphyre, 6) dolomite marble. Zonality of calcic skarns (of postmagmatic stage) is as follows: 1) granitoid, 2) orthoclase or amphibole epidosite, 3) epidosite, 4) epidote-garnet endoskarn rock, 5) garnet exoskarn, 6) calcic schist rock. Associated magnetite mineralization and magnetite-hematite mineralization localize predominantly in outer zones of the skarn bodies. During mineralization substitution of minerals

of the magnesian skarns by phologopite, serpentite, tremolite and chlorite occurs. Minerals of the calcic skarns are substituted by andradite, actinolite, epidote of another composition, and also by chlorite, albite, quartz, and calcite. Sulphide (lead-tin,copper)mineralization is related to the calcic skarn rocks. It is usually superposed on the magnetite rocks and is accompanied by formation of relatively low-temperature wall-rock mineral assemblage of quartz, chlorite, ferruginous rhodochrosite, and fluorite. Tungsten mineralization is localized exclusively in contacts of the Mezozoic acid intrusions of usual type with the metamorphosed calc-schist rock masses. The skarn bodies have complicated structure with repeating alteration of endoskarns (pyroxene-plagioclase rocks, pyroxene-scapolite rocks, epidosites) and exoskarns (garnet skarns, pyroxene-garnet rocks, garnet-vesuvianite rocks, pyroxene skarns). Scheelite mineralization is of superposed type and accompanied by the quartz-feldspar wall-rock alteration.

ПОДДЕССКИЙ К.В., ВЛАСОВА Д.К., КУДРЯ П.Ф., Ин-т геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ОРУДЕНЕНИЯ В СКАРНАХ МОНГОЛИИ

Геологическая позиция размещения контактовых скарново-рудных тел изученной территории МНР определяется сочетанием блоков докембрийского фундамента, представленных в разрезах карбонатной и гнейсово-сланцевой толщами с внедрившимися в них разновозрастными интрузиями гранодиорит-гранит-лейкократового ряда.

Отмечается четкая генетическая связь различных типов руд с определенными метасоматическими породами.

Железное (магнетитовое) оруденение связано с магнезиальными и известковыми скарнами. Для них характерны следующие типы метасоматической зональности. В магнезиальных скарнах (магматический этап): I) гранитоид; 2) пироксен-плагиоклазовая порода; 3) шпинель-пироксеновая порода; 4) пироксен-форстеритовая или шпинель-форстеритовая порода; 5) форстеритовый кальцифир; 6) доломитовый мрамор. В известковых скарнах (послемагматический этап): I) гранитоид; 2) ортоклазовый или амфиболовый эпидозит; 3) эпидозит; 4) эпидот-гранатовая эндоскарновая порода; 5) гранатовый экзоскарн; 6) известково-сланцевая порода. Сопутствующее магнетитовое и магнетит-гематитовое оруденение локализовано преимущественно во внешних зонах скарновых тел. При оруденении происходит замещение минералов магнезиальных скарнов флогопитом, серпентином, тремолитом, хлоритом, а минералов известковых скарнов - андрадитом, актинолитом и эпидотом другого состава, а также хлоритом, альбитом, кварцем, кальцитом.

Сульфидное (свинцово-цинковое, медное) оруденение связано с известково-скарновыми породами, обычно наложено на магнетитовые руды и сопровождается формированием более низкотемпературной околорудной минеральной ассоциацией - кварц, хлорит, железистый родохрозит, флюорит.

Вольфрамовое оруденение локализовано исключительно в контактах мезозойских кислых интрузивов стандартного типа с метаморфизованной известково-сланцевой толщей. Скарновые тела характеризуются сложным строением, с многочисленным чередованием эндоскарновых (пироксен-плагиоклазовых, пироксен-скаполитовых, эпидозитов) и экзоскарновых (гранатовых, пироксен-гранатовых, гранат-везувиановых, пироксеновых) пород. Шеелитовое оруденение наложенного типа сопровождается околорудным кварц-полевошпатовым изменением пород.

POLYAKOV A. I., V. I. Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

ORIGIN AND EVOLUTION OF DIFFERENTIATED VOLKANIC ROCK SERIES IN CONTINENTAL RIFT ZONES

Volcanic rock series from continental rift zones (East Africa, Baikal, Rhine graben, Rio Grande rift) are related to uprising of voluminous mantle diapirs. Primary magmas from rift zones are represented by subalkaline and alkaline olivine basalts, basanites, olivine melanephelinites and melaleucitites. The principal physicochemical parameters of processes of magma generation and fractionation were established using geothermobarometric studies on ultramafic noduled, megacrysts and phenocrysts from volcanic rocks. Areas of volcanic activity in continental rift zones are characterized by geotherms comparable to those of oceanic regions. The most widespread in continental rift zones alkaly olivine basalt and basanitic magmas are assumed to be generated in the upper part of the mantle garnet peridotite zone under conditions P = 20-25 kb, T = 1200-1300°C and ~ 0,1% H_2O. The megacryst association (olivine, clino- and orthopyroxene, kaersutite, feldspars, Mg-Al spinel a.o.) was formed as a result of magma fractionation under P = 13-18 kb, T = 900-1200°C, wet conditions. Differentiated rock series with residual melts of phonolitic, trachitic and rhyolitic composition were produced by differentiation in shallow magmatic chambers under P = 2-6 kb and wide temperature range (1250-850°C). Mathematic models of fractionation process using major element chemistry demonstrate, that melt evolution could take place either under dry condi-

tions (olivine, clinopyroxene, plagioclase, Ti-magnetite precipitation), or under volatile pressure (kaersutite precipitation). Distribution of volatiles (F, CL, S) and trace elements (Rb, Sr, Ba, TR, Zr, Nb, U) during formation of differentiated rock series depend on peculiarities of the melts fractionation.

ПОЛЯКОВ А.И., Ин-т геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ СЕРИЙ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОД В ОБЛАСТЯХ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО РИФТОГЕНЕЗА

Серии вулканических пород континентальных рифтовых зон (Восточная Африка,Байкал,Рейнский грабен,рифт Рио-Гранде)связаны с формированием крупных мантийных диапиров. Рифтогенные первичные магмы в порядке возрастания щелочности отвечают по составу субщелочным и щелочным оливиновым базальтам, базанитам, оливиновым меланефелинитам и мелалейцититам. В результате геотермобарометрических исследований ультраосновных включений в вулканитах мегакристов и фенокристов установлены главные параметры процессов магмаобразования и фракционирования расплавов. Области вулканизма континентальных рифтов характеризуются геотермой близкой к геотерме океанических регионов. Наиболее распространенные в континентальных рифтовых зонах магмы щелочных оливиновых базальтов и базанитов формируются в верхних горизонтах фации гранатовых перидотитов при P=20-25 кбар, T=I200-I300°C и содержании H_2O в исходном субстрате 0,I%. В результате глубинного фракционирования базальтоидных магм при P=I3-I8 кбар, T=900-I200°C и повышенном содержании H_2O возникает мегакристовая ассоциация минералов (оливин, клино- и ортопироксены, керсутит, полевые шпаты, бесхромистая шпинель и др.). Дифференцированные серии пород, где остаточные расплавы имеют состав фонолитов, трахитов, риолитов, возникают в результате процессов фракционирования в малоглубинных магматических камерах при P=2-6 кбар в широком температурном интервале I250-850°C. Математическое моделирование процесса фракционирования по главным петрогенным элементам показывает, что эволюция состава расплава осуществляется как в сухих условиях с осаждением оливина, клинопироксена, плагиоклаза, титаномагнетита, так и с участием летучих, когда важную роль в составе кристаллического осадка играет керсутит. Особенности фракционирования находят отражение в поведении летучих (F, CI, S) и редких элементов (Rb, Sr, Ba, TR, Zr, Nb, U) в процессе становления дифференцированных серий.

POLYAKOV G.V., KRIVENKO A.P., Institute of Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Novosibirsk, USSR

EVOLUTION AND LATERAL VARIATION OF BASITE PLUTONIC ROCK ASSOCIATIONS OF CENTRAL-ASIA FOLDED BELT

The basitic rock associations of Precambrian, Caledonian and Hercynian structures of Central-Asia belt are represented by differentiated gabbro-anorthosite, low-alkaline ultrabasite-basite, syenite-gabbro and other rock series. Their comparative study permitted one to establish various epochs of basite magmatic activity that are separated by large-scale time intervals and sudden variations in the basite composition. The alkali and potash contents of basite rock generally increase from Precambrian to Cenozoic time which may indicate that the alkali content of the mantle substrate increases. The petrographic and mineral features of basite rock series vary as well. The principal trend in their lateral variability have been fixed. The basite types of plutonic associations have been established for heterogeneous structures as indicators. The gabbro-anorthosite rock series are typical of the Early Precambian time alone. The Late Precambrian structures contain layered dunite-troctolite-gabbroic plutons of specific high Mg content, high alumina content and extremely low alkaline and Ti-contents. Among the Paleozoic basite rock associations of Caledonian structures there may occur basite rock series with participation of alkaline-salic rocks which are not typical of the earlier epochs with gabbroid intrusions becoming most important. The Late Paleozoic picrite-dolerite rock complexes of high alkali content are of wide occurence among the Hercynides of Altai-Sayan region and Mongolia as well. The high-potash basites are indicative of the Mesozoic stage of Caledonian structures. The peculiarities in the composition of basite rock associations for various folded regions of Central-Asia Belt, their lateral and time variability may be explained by different compositions of the primary basite melts being unsimilar in various epoch of geologic evolution of the region under discussion.

ПОЛЯКОВ Г.В., КРИВЕНКО А.П., Институт геологии и геофизики СО Академии наук СССР, г.Новосибирск, СССР

ЭВОЛЮЦИЯ И ЛАТЕРАЛЬНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ БАЗИТОВЫХ ПЛУТОНИЧЕСКИХ ФОРМАЦИЙ ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКОГО СКЛАДЧАТОГО ПОЯСА

Базитовые формации докембрийских, каледонских и герцинских структур Центрально-Азиатского пояса представлены дифференцированными габ-

бро-анортозитовыми, низкощелочными ультрабазит-базитовыми и различными по щелочности существенно базитовыми и сиенит-базитовыми ассоциациями. Сравнительное их изучение позволило выявить различные эпохи базитового магматизма, которые разделяются крупными перерывами во времени и скачкообразным изменением состава базитов. В целом, от докембрия к кайнозою возрастает щелочность и калиевость базитов, что свидетельствует о возрастании щелочности мантийного субстрата. Соответственно меняются петрографические и минеральные черты базитовых ассоциаций. Выявлены основные тенденции их латеральной изменчивости.

Для разновозрастных структур устанавливаются индикаторные типы базитовых плутонических формаций. Габбро-анортозитовые ассоциации характерны только для выходов раннего докембрия. В структурах позднего докембрия проявились расслоенные дунит-троктолит-габбровые плутоны, характеризующиеся высокой магнезиальностью, повышенной глиноземистостью и крайне низкой щелочностью и титанистостью пород. Среди палеозойских базитовых формаций каледонских структур возрастает роль габброидных интрузий повышенной щелочности и появляются не свойственные более ранним эпохам базитовые ассоциации с участием щелочно-салических пород. В герцинидах Алтае-Саянской области и Монголии широко распространены позднепалеозойские пикрит-долеритовые комплексы также повышенной щелочности. Для мезозойского этапа каледонских структур индикаторными являются высококалиевые базиты. Особенности состава базитовых формаций различных складчатых областей Центрально-Азиатского пояса, временная и латеральная их изменчивость объясняются различными составами исходных базитовых расплавов и изменениями условий магмообразования, неодинаковых в разные эпохи геологического развития этого региона.

POP NICOLAE, POP VERA, DAMIAN GHEORGHE, Institute of Research for Non-Ferrous Ores and Metallurgy, Baia Mare; UDUBASA GHEORGHE, Institute of Geology and Geophysics, Bucharest; KOVACS MARINEL, EDELSTEIN OSCAR, ISTVAN DUMITRU, STAN DRAGOS, BERNAD ALEX, Geological Enterprise of Prospection and Exploration, Baia Mare, Romania

PETROLOGY OF A NEOGENE BIMODAL IGNEOUS COMPLEX: TIBLES, EAST CARPATHIANS, ROMANIA

The Tibles calc-alkaline igneous complex is part of the East Carpathian subvolcanic zone and occurs as an intrusion in the sedimentary deposits of the transcarpathian flysch. It consists of two distinct igneous formations: (1) early acid formation formed of microgranodiorites and (2) late multi-stage intermediate formation of

monzodioritic nature. The main intrusion consists of a central stock, enveloped by microdiorites and andesites. The central stock is characterized by: (a) transitional nature of petrotypes, from monzogranites to quartz gabbros, (b) high frequency of quartz/alkaline feldspar concretions, (c) basic plagioclases, (d) vein-like aplite and micropegmatite injections, (e) generalized autometamorphism of propylitic type. The products of the contact metamorphism of the main intrusion vary from spotted slates to partially melted rocks. Magnesian skarns and greisens, alterations of porphyry copper/molybdenum type, vein-like and stockwork base metal mineralizations with zonal distribution associate with the main intrusion. Both formations are of calc-alkaline nature, but differ both by age and by particular petrochemical parameters. Initial andesitic magmas were generated under island arc tectono-structural conditions.

PRASAD U., VENKATARAM K., SINGH, BHAGWAN, Geological Survey of India, Lucknow, India

PETROCHEMICAL ASPECTS OF DRAS VOLCANIC FORMATIONS, INDUS OPHIOLITE BELT, LADAKH, JAMMU AND KASHMIR STATE, INDIA

The paper deals with the details of petrochemical studies on the Dras Volcanic Formation, which comprises mainly basalt, spilite and keratophyre, interlayered with tuffaceous and clastic sediments of Cretaceous to Eocene age. Petrographic characters, chemical and normative compositions, Niggli's values and oxide ratios of all the rock types along with their average composition and maximum deviations in different major constituents have been given. The rocks, classified on the basis of normative composition and oxide ratios, are dosalic to salfemic types. These have been grouped into high magnesia basalt, low magnesia basalt and ferro-basalt on the basis of oxide ratios. They plot in both tholeiitic and alkali fields of $Na_2O + K_2O$ versus SiO_2 and Al_2O_3 - Alkali - SiO_2 variation diagrams, and thereby, the presence of varying nature and composition of volcanic flows is indicated. Spilite differs from basalt in its mineralogical composition, fabric and chemical characteristics and represents polygenetic origin. Keratophyre has been distinguished from the above two rocks by its trachytic texture and presence of K-felspar, besides its typical chemical composition.

RADULESCU DAN, University of Bucharest, Romania

CONTINUITY, PERIODICITY AND EPISODICITY IN MAGMA GENESIS PROCESSES ASSOCIATED TO THE CLOSING OF THE ALPINE OCEAN IN THE CARPATHIAN AREA

The magma genesis and the emplacement of igneous rocks associated to the closing of the Carpathian area of the ocean existing during Alpine time south of the Euroasiatic plate are generally systematized in 4 stages which correspond to the maximum intensity phases of deformation of the geological formations and consequently of lithospheric compression. The idea of the discontinuity of magmatic activity was supported by (a) the insufficient information about the age of rocks, (b) the ignoring of the importance of subvolcanic bodies which always show different ages as compared to the age of volcanic rocks, (c) the ignoring of the exact relationships between igneous rocks and magma generating subduction processes, (d) the omission of the fact that, at certain moments, the lack of magmatic products on the continent was due to lithospheric compression resulted through ocean plate-ocean plate collision and subduction and (e) the ignoring of the progressive closing of the oceanic basin - and cessation of subduction - from NW to SE, which brought about age differences among igneous rocks from different regions, which do not correspond to different "stages" of the magmatic activity. The field data and recent radiometric determinations demonstrate that the magmatic activity was practically continuous - just like the subduction process; there were moments of intense activity which may be looked upon as major stages, among which one may not speak of utter discontinuity.

RADUT MARIAN, Ministry of Geology, FOTOPOLOS SOTIRIS, HANNICH DIETER, Enterprise for Geological and Geophysical Prospections, Bucharest, EDELSTEIN OSCAR, BILCU TUDOR, ISTVAN DUMITRU, Enter. for Geol. Prospect. and Exploration, Maramures, PATRASCU ION, Univ. of Bucharest, Romania

PHYSICO-GEOLOGICAL MODELS FOR THE KNOWLEDGE OF LOCAL STRUCTURES OF THE OAS-GUTII-TIBLES VOLCANIC MOUNTAINS

The geological and geophysical data allowed the achievement of physico-geological models in the Tarna Mare-Turt, Herja, Baia Sprie, Cavnic-Roata, and Baiut-Botiza zones. The main elements of these models are determined by the local geological-structural style, the associated magmatism features, the existence of intrusive bodies, and the distribution of the hydrothermal alteration areas. The

multiple connecting of the data by means of step by step comparison of the model components led to the definition of several geologic aspects, as follows: (1) the existence of fractures and fracture fascicles mostly trending E-W, which affect the crystalline and pre-volcanic basement, dividing it into several horsts and grabens; (2) the most intense, long and varied volcanic activity as well as the most significant metallogenetic and base-metal sulphide manifestations and gold-silver ores occur in the Neogene graben on the southern flank of the Gutîi Mts, where most of the ore deposits are known, the Baia Sprie deposit inclusively, consisting of two main veins trending E-W; (3) in the northern flank of the Gutîi Mts, in an areal overlain by pyroxene andesite lavas, monotonous and relatively thick, complex, intrusive structures, accompanied by metallogenetic phenomena, have been emphasized; (4) in the south-easternmost part of the Gutîi Mts there are very many metallogene intrusive bodies, in comparison with which the known mineralizations have a peripheral disposition, probably in their hanging wall.

RAKOTONDRATSIMA Ch., Lab. Pétrographie, Univ. Lyon 1, Villeurbanne, France and Off. Mil. Nat. Industries Stratégiques, Antananarivo, Madagascar ; MOINE B., Lab. Minéral Univ. P. Sabatier, Toulouse, France ; CUNEY M., Centre Rech. Géol. Uranium, Vandoeuvre lès Nancy Cedex, France

THE METASOMATIC ORIGIN OF THE URANO-THORIANITE-BEARING PYROXENITES, GRANULITE FACIES, S-E MADAGASCAR

In the Proterozoïc (2200 m.y. ?) of granulite facies in S-E Madagascar urano-thorianite deposits are hosted in a calco-magnesian complex composed of marbles and mainly of the so-called "pyroxenites". The "pyroxenites" include diopsidites, diopside - scapolite ± plagioclase rocks and varieties rich in pargasite, spinel, anorthite, corindon, etc ... This complex occurs as discontinuous beds in association with paragneisses and leptynites (mainly of rhyolitic composition). Granitic (charnockitic) and syenitic bodies are small and scarce.

The U-Th-pyroxenites are very similar to the phlogopite-bearing pyroxenites occurring in adjacent areas. An igneous origin is excluded because of the low contents in Fe, Ti, Cr, Ni ... Owing to the highly magnesian composition, evaporitic marls have been proposed in previous studies, as possible isochemical precursors.

Abundant and new petrographical and geochemical (on both rocks and minerals) data support a metasomatic origin for the pyroxenites : rocks composed of only one to three minerals ; chemical compositions different from those of the metamorphic marls in the region ; pyroxenites occurring as a contact zone between granites or syenites and marbles. The rocks of the calco-magnesian complex originate mainly from limestones and marls. However, intense chemical alterations have been produced during metamorphism : loss of K(Na), Ca and addition of Mg and Si. In the mineralized pyroxenites, U, Th, Zr and F are also strongly enriched.

This metamorphic metasomatic event occurred most probably during the Pan African orogeny (about 600 m.y.). T = 700-750°C and P ≠ 5 Kb are inferred from the mineralogical data. Conditions of very low activity of aqueous SiO_2 are deduced from the high Al-contents in the diopside. Th fluid phase was rich in CO_2 and F and poor in water. In the preferred metallogenetic model, U and Th were introduced by solutions during the metasomatic transformations occurring during granulite facies metamorphism.

RAMBELOSON R.,Service Géol., E.E.S.Sci., C.U.R. Antananarivo Univ. Madagascar, Madagascar

ORIGIN OF BASIC AND ULTRABASIC ROCKS IN ANDRIAMENA SERIES (MADAGASCAR)

Basic rocks include diorites and gabbros, wheareas peridotite, pyroxenolite, hartzburgite and "soapstones" are ultrabasic rocks. All was metamorphosed and deformed with the enclosing volcano-sedimentary Andriamena seriesabout 2600 MY ? under amphibolite to granulite facies.
After metamorphism and deformation, most of basic rocks kept their original sill and dyke shape ; whereas ultrabasic bodies, especially "soapstones", are lensoid and elongated parallel to the metamorphic foliation of the enclosing unit. These ultrabasic rocks were probably old sills, dykes and/or massive bodies, strongly cutted, broken, deformed by the later tectonic event.
So these two types of rocks are contemporaneous and resemble Alpine-type intrusions in shape, environment and chromite associated.
Synchronous and showing some chemical affinity, those rocks are proposed to be the differentiation products of one and same magma. So the ultramafic rocks with associated chromite and eventually some refractory bodies are "cumulates" or "segregates". The basic dykes, sills introduced in the enclosing rocks, represent the residual liquid pull out the primary magma chamber.
Probably, the evolution of the primary magma (first partial melting product of the upper mantle) is closely tied with the development of Andriamena seriesbasin.

RASSIOS ANNE EWING, Grevena, Greece; PAPASTAVROU STAVROS, Institute of Geology and Mineral Research, Athens, Greece

INITIAL SYNTHESIS OF THE PINDUS AND VOURINOS OPHIOLITIC COMPLEXES, NORTHERN GREECE

The Pindus and Vourinos Ophiolite Complexes are lower-Jr "tethyan" ophiolites covering 2000 and 350 square km respectively. Although separated by the 50 km wide Tertiary sediment filled Meso-Hellenic Trough, the intervening basement consists of ophiolitic rocks. Either the complexes represent a single large segment of oceanic lithosphere, or they are unrelated but contemporaneous systems, juxtaposed by emplacement. Each complex is petrologically and stratigraphically distinct. Vourinos is characterized by a thick (4 1/2 km) plutonic section between a chromite-rich mantle tectonite and overlying diabase, and its cumulates contain abundant orthopyroxene. The lowest 2 km of cumulates include two types of cyclic units. The corresponding section of the Pindos is $1\frac{1}{2}$ km thick between chromite-poor tectonite and diabase, and entirely lacking orthopyroxene. Cyclic units persist throughout the plutonic sequence. Vourinos represents a multi-magma chambered, low heat-flow, slow spreading oceanic center, whereas the Pindus was produced in a high heat-flow, fast spreading center, crossed by at least one transform fault. If Vourinos predates the Pindus, it represents lithosphere generated shortly after continental rifting, with the Pindos produced by the evolved "mature" spreading system. If the Pindus is older, then Vourinos represents a supre-subduction zone spreading center imposed on a Pindos-type oceanic lithosphere.

RAVINDRA KUMAR G.R., Centre for Earth Science Studies, Trivandrum, India

ALKALINE AND CALC-ALKALINE MAGMATISM IN NORTH KERALA, INDIA: IMPLICATIONS TO MAGMA GENESIS AND TECTONICS

Several igneous bodies of gabbro, massive anorthosite, ultra potash syenite and tonalite-trondhjemite-granite invaded the granulites and schists of the Wynad belt, north Kerala. They are distributed in a regular manner along the prominent Bavali fault. Field studies indicate that these bodies are spatially interrelated with each other. However, varying mineralogical and chemical characteristics suggest development of at least three magma types, ranging from calc-alkaline to highly alkaline chemistry. Petrochemical study of tonalite-trondhiemite-granite indicate that they are derived from a magma generated at shallow depth. Anorthosite, with massive labradorite feldspar cumulates, and syenite with high potash ($K_2O \sim 13\%$) chemistry might indicate a deeper source. The anorthosites and gabbros show lower alkali ($Na_2O + K_2O = < 5\%$ in anorthosite and $< 3\%$ in gabbro) characteristics but the syenite has higher alkalies than the general values reported so far. It is suggested that the gabbro-anorthosite and the syenite are related to different magmas. The high K_2O magma of syenite appears to be a final partial melt phase of the peridotitic mantle. The variability of magma types and depth of genesis indicate that the magma genesis took place at different levels in the mantle, during late Proterozoic period.

REITAN PAUL H., Department of Geological Sciences, State University of New York at Buffalo, Buffalo, New York, U S A

A MODEL FOR THE GENESIS OF ZONED PEGMATITES

Layered pegmatite-aplite bodies, such as well-known ones from Maine, South Dakota, New Mexico, California, and elsewhere, whose genesis is understood to be associated with vapor-phase formation and subsequent pressure-quenching, provide clues to the origin of zoned pegmatites containing very large crystals and rare-mineral concentrations. The most direct link is recognized when a layered common-mineral aplite-pegmatite body is continuous with and connected to an apical, giant-crystal, rare-mineral, zoned pegmatite. By inference, isolated zoned pegmatite bodies may be related to deeper pegmatite-aplite regions, even if a direct physical connection is tenuous or not seen.

Data on alkalis in the common-mineral pegmatite-aplite sheet and on rare mineral distribution in the zoned apical pegmatite of the Main Pegmatite, Newry, Maine (see Reitan and King, 1979; King, 1980; Reitan, in press) coupled with reports of other pegmatite studies (e.g. Orville, 1960; Redden, 1963) and the general genetic model of Jahns and Burnham (1969) for the formation of pegmatites, permits an extension of that model to explain rare-element concentration to produce rare-minerals and the formation of discontinuous textural-compositional zones in some pegmatite bodies. The essentials of the model proposed include: 1) emplacement of an evolved water-saturated or nearly saturated magma in a slab-shaped space, 2) partial crystallization of the magma by formation of dominantly anhydrous phases, resulting in

3) evolution of a separate hydrous vapor phase in which many incompatible elements are concentrated, 4) migration of the low-density vapor into a connected apical volume or separated space, followed by 5) mechanical failure of the envelope of rock surrounding the vapor-magma system, 6) escape of vapor and consequent pressure-quence crystallization of aplite from silicate magma in the slab-shaped space, with 7) collapse and re-sealing of the vapor escape route. Repetition of this sequence, with a new vapor phase from successively more evolved magma at each stage, results in discontinuities in the vapor phase composition and, hence, physically and chemically distinct zones of large-crystal pegmatite crystallized from the vapor phase which collects in the apical volume or separate, disconnected space. Just as some ore deposits (e.g. shallow crustal sub-volcanic Mo or Cu deposits) produce late silicic alteration, so in this model the final fluids may reach the stage that only silica is deposited, forming the quartz core observed in many zoned pegmatites. As this is a disequilibrium process, numerous details must be expected to be different in systems derived from different source magmas and operating at different ambient temperatures and confining pressures.

REYF F.G., BAZHEEV E.D., Geological Institute of the Buryat Division of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Ulan-Ude, USSR

DETERMINATION PRINCIPLES OF ORE-BEARING (Mo-W-Sn) GRANITES AND THEIR THERMOBAROGEOCHEMICAL FEATURES

Among the granite intrusions, which are accompanied or contain the greisenvein mineralization, some may behave as the passive wall rocks, the other may heat the underground water and initiate its convection, the third may be the source of the metal-bearing solutions. Only the last type must be determined as ore-bearing intrusions. It is possible to recognize the role of granite in deposits forming by means of comparison of magmatic distillate composition and hydrothermal oreforming solutions one. When a hydrothermal solution inherites the composition of magmatic distilate, there is a reason to consider that intrusion is the main source of solutions. If the distillate inclusions contain high concentrations of oreforming elements, the magma must be considered also as the source of metals. By this means the ore-bearing granites are recognized in Transbaikalian and Central Kazachstan. It has proved that these granite intrusions, as distinct from the ordinaries ones are characterized by the heightened water content of initial melts (4,5...5 wt.% against 2...3); the intensive distillation into them begins at the early but not at the complete stages of the magmatic crystallization. Hence the main thermobarogeochemical features of the ore-bearing granites are: the presence of the melt inclusions with high water content (>5 wt.%) in products of the early crystallization and abundance of primary (accompanying) fluid inclusions in phenocrysts. The new local prognosis method of W-Mo deposits has been offered. It is based on the expounded criteria. Owing to its practical application some unknown before ore objects were founded.

РЕЙФ Ф.Г., БАЖЕЕВ Е.Д., Геологический ин-т Бурятского филиала СО Академии наук СССР, г.Улан-Удэ, СССР

ПРИНЦИПЫ ВЫДЕЛЕНИЯ И ТЕРМОБАРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ РУДОНОСНЫХ (Mo-W-Sn) ГРАНИТОИДОВ

Среди гранитных интрузивов, вмещающих оруденение, одни могут играть роль пассивной рамы, другие - нагревать метеорные воды глубокой циркуляции и возбуждать их конвекцию, третьи - служить источником металлоносных растворов. Лишь последние следует считать рудоносными. Выяснить роль интрузии в образовании оруденения можно на основании сопоставления флюидов, отделяемых магмой, и растворов, формирующих рудные тела. Образцы сравниваемых растворов законсервированы в первичных включениях магматических и гидротермальных минералов. При наследовании гидротермальными растворами солевого состава магматического дистиллята есть основание считать, что основным источником гидротерм служила интрузия. Если включения дистиллята содержат высокие концентрации рудообразующих элементов, то магму следует рассматривать и как источник металлов. Указанным способом рудоносные гранитные интрузии выделены в Забайкалье и Казахстане. Оказалось, что в отличие от ординарных, они характеризуются повышенным исходным водосодержанием (4,5-5 вес.% против 2-3), а интенсивная дистилляция в них начинается не на завершающих, а на ранних стадиях магматической кристаллизации. Отсюда термобарогеохимическими признаками рудоносности гранитов являются: наличие в продуктах расплавных включений с высоким (> 5%) содержанием воды и обилие сопутствующих флюидных включений. На этих критериях основан термобарогеохимический метод локального прогнозирования W и Mo оруденения, практическое применение которого привело к открытию ранее не известных рудных объектов.

ROSEN ERIK and MARGIT FREDRIKSSON, Department of Inorganic Chemistry, University of Umeå, Umeå, Sweden

HIGH TEMPERATURE EQUILIBRIUM STUDIES IN THE SYSTEM Mg-S-O BY SOLID STATE EMF MEASUREMENTS

As part of a program to determine improved thermodynamic data on alkaline earth metal sulphides and sulphates of geological interest, the stability conditions of the phases MgS and $MgSO_4$ are studied through the equilibrium reactions

$$MgO(s) + SO_2(g) \leftrightarrow MgS(s) + 3/2O_2(g)$$

$$MgO(s) + SO_2(g) + 1/2O_2(g) \leftrightarrow MgSO_4(s)$$

The method consists of equilibrating the solid phases involved in each equilibrium reaction with a continuously flowing stream of an SO_2-Ar gas mixture of known composition. The equilibrium oxygen partial pressures thus generated are determined through emf measurements using galvanic cells with calcia stabilized zirconia as solid electrolyte. Further information of apparatus and procedure will be presented.

The results obtained will be used to outline the stability conditions in the system $MgO(s)$-$SO_2(g)$-$O_2(g)$ and compared with related alkaline earth metal systems.

RUSSO-SANDULESCU DOINA, VIJDEA ELEONORA, TANASESCU ANCA, Institut de Géologie et Géophysique, Bucarest, Roumanie

MAGMATITES NÉOCRÉTACÉ-PALÉOGÈNES DE SUBDUCTION DANS LES CARPATHES ROUMAINES - RELATIONS MUTUELLES, SUCCESSION ET REPARTITION ARÉALE

Suivant l'âge et la constitution pétro-chimique les magmatites néocrétacé-paléocènes se laissent grouper, dans les Carpathes roumaines, dans deux zones: (1) Carpathes Méridionales (auxquelles s'ajoutent celles qui traversent les complexes ophiolitiques des monts Métallifères) et (2) monts Apuseni (Apusénides septentrionales et Métallifères sialiques). Dans la première zone (1) on peut reconnaître deux étapes distinctes. La première couvre l'intervalle Coniacien-Maastrichtien (âge K/Ar 87-68 m.a.) étant matérialisée par des intrusions basiques, qui ont un caractère alcalin riche en potassium et qui présentent des noyaux de cristallisation initiale de type cumulé; elles correspondent à un moment de distension dans la croûte et ont une position relativement éloignée du paléoplan de subduction auquel sont liées les magmatites plus jeunes. Pendant la deuxième étape, Maastrichtien-Eocène (âge K/Ar 65-42 m.a.) ont été générées des magmatites calcoal-calines de subduction dont la différenciation suit la lignée monzonites-granodiorites-granites. Elles traversent les intrusions de la première étape ayant en même temps une répartition aréale plus large. Dans la deuxième zone (2) le magmatisme s'étale sur l'intervalle Sénonien supérieur-Eocène (âge K/Ar 80 (ou 90)-40 m.a.) ayant un caractère global calcoalcalin (de subduction) plus ou moins homogène. Autant dans la première que dans la deuxième zone dans la succession des magmatites calcoalcalines de subduction s'intercale un moment ignimbritique d'âge Maastrichtien supérieur (ou terminal ?). Le modèle de mise en place des intrusions est par pulsations successives autant par rapport aux plutons isolés que dans la zone entière. Rapportées à l'ensemble carpatho-balkanique les magmatites néocrétacé-paléocènes montrent un certain hétérochronisme et des lignées d'évolution magmatique différentes et, quelquefois, contradictoires.

RUTHERFORD MALCOLM J., Department of Geological Sciences, Brown University, Providence, R.I., U S A

EXPERIMENTAL STUDIES OF PLAGIOGRANITE GENESIS

Experiments have been performed and are in progress to better understand the processes and conditions that produce silicic rocks such as plagiogranites in oceanic crust. Evidence from ophiolites, etc. clearly indicates that the plagiogranite parent is basaltic, but they may have formed by partial melting of hydrated basalts or by fractional crystallization. Experiments done on two different tholeiitic starting materials over a range of f_{O_2}, f_{H_2O}, T and P conditions indicate the following: (1) plagiogranite magma can be formed by either partial melting (<10%) or crystallization (90%) of a low K_2O tholeiitic basalt in the 1-3 kb pressure range when the H_2O fugacity is >0.5 fluid pressure. The mineral phases producing the silica enrichment are amphiboles at pressures above 2 kb; Fe-Ti oxides below 2 kb. The liquidus temperature of the plagiogranite is 925°C at 1 kb for intermediate H_2O fugacities. (2) Under totally dry low pressure conditions, a tholeiitic basalt evolves to an Fe-rich basalt which produces a plagiogranitic melt by silicate liquid immiscibility (at ~1050°C). It is not yet known how much H_2O is required to prevent the occurrence of immiscibility. Further experimentation (in progress) concerning the effect of H_2O on basalt crystallization and on amphibole stability should make it possible to make better estimates of the conditions under which plagiogranites form.

RYABCHIKOV I.D., Institute of Geology of Ore Depositis, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

GENERATION OF PRIMARY MAGMAS IN PRIMITIVE AND ALTERED MANTLE

P-T diagramme and the composition of liquid phases produced at various degrees of partial melting of primitive mantle lherzolite have been calculated. It has been demonstrated that primary magmas of komatiitic series were generated at great depths (at pressures 30-50 kbar) and at the degree of melting c.a. 50%. Complementary crystalline restite has harzburgitic mineral composition. Highly magnesian basalts which may be primary magmas with respect to MORB are generated at pressures c.a. 20 kbar and degree of melting 15-20% in the presence of olivine and two pyroxenes. At still lower degrees of melting primary magmas corresponding to high-alumina oceanic tholeiites are produced. The available experimental data on fluid mass transfer under the conditions of upper mantle show that two subcrustal zones favourable for fixation of alkalis from ascending fluids may exist: in the uppermost part of the mantle where sodium may be predominantly accumulated and more deep seated zone enriched in potassium. It implies that potassic alkaline magmatism must have deeper source as compared with sodic alkaline basaltic magmas.

РЯБЧИКОВ И.Д., Ин-т геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ГЕНЕРАЦИЯ ПЕРВИЧНЫХ МАГМ В ПРИМИТИВНОЙ И ИЗМЕНЕННОЙ МАНТИИ

Рассчитаны PT диаграмма и составы жидких фаз, получающихся при различных степенях частичного плавления примитивного мантийного лерцолита. Показано, что первичные магмы коматиитовых серий генерируются на больших глубинах (при давлениях 30-50 кбар) при степени плавления порядка 50%. Кристаллический рестит имеет при этом гарцбургитовый минеральный состав. Высокомагнезиальные базальты, которые могут быть первичными расплавами по отношению к толеитам срединных океанических хребтов, выплавляются при давлениях порядка 20 кбар и степенях плавления I5-20% в присутствии оливина и двух пироксенов. При более низких степенях плавления возникают первичные магмы, отвечающие высокоглиноземистым океаническим толеитам. Имеющиеся экспериментальные данные по флюидному массопереносу при параметрах верхней мантии показывают, что в ней могут существовать две зоны, благоприятные для фиксации щелочей из восходящих флюидов,- в самой верхней части мантии, где должен накапливаться главным образом натрий, и более глубинная, обогащенная калием. Отсюда вытекает, что калиевый щелочной магматизм должен иметь более глубинный источник по сравнению с щелочными базальтоидами натриевой линии.

SANCHEZ CELA V., Petrology Dept. Sci. Faculty, University of Zaragoza, Zaragoza, Spain

MARLY-EVAPORITIC MATERIALS OR A SUITABLE HABITAT IN THE PETROLOGICAL TRANSFORMATION PROCESSES

In this paper the importance of the marly-evaporitic sediments in the origin and diversification of some igneous rocks in the Alpine Iberian Mountains of Spain is stated.

Although these considerations were obtained for some small outcrops, where the rocks rangin from syenites to monzogabbros, they could be applied to other igneous rocks of near zones, within Keuper, where generally correspond to ophites or dolerites.

The petrogenetic processes took place in a suitable geological environment, defined, among others, by the following factors:

- Suitable wall materials: argillaceous minerals, carbonates, sulphates, chlorides, etc as well as water.
- Activ chemical elements movilized from infra-Triassic levels.
- A primary thermal energy, possibily of radioactive origin.
- Suitable stratigraphic-structural conditions with different chemical-physical characters in domatic structures.
- Changes in the physical and chemical conditions of secundary origin.

The geological-petrological data appear to point out that as the origin of the alloctonous chemical elements as the domatic structures could be in relationship with underlaying granitic masses latter removilized during Alpine times.

The petrological processes that took place between the wall-marly-evaporitic sediments and the alloctonous chemical elements, within a metasomatic-transformist environment, include many mineralogical transformations know by petrologists and mineralogists.

Some interesting petrological considerations obtained in this work are that: -analogous petrogenetic processes could be extensible to igneous rocks of other zones where the stratigraphic, structural and petrological conditions are similar -and that the magmatic phenomenon could be, in some cases, a superficial process corresponding to the thermal culmination in some petrological transformation processes.

SANCHEZ CELA V., Petrology Dept. Sci. Faculty, University of Zaragoza, Zaragoza, Spain

PETROLOGICAL MEANING OF SOME SPANISH-HERCYNIAN-ANTICLINORIAL STRUCTURES

In this paper various anticlinorial structures of Hercynian age, located in the SW of Spain are studied.

The geological-petrological data appear to indicate that these structures are in relationship with different levels of emplacement overtaken by granitic masses.

These granitic rocks originate structural and petrological modifications in the wall-sedimentary rocks.

Many primary sedimentary rocks are transformed to other types, named nowadays as diagenetic ones, being in fact secundary rocks.

Petrological considerations on these supossed primary sedimentary rocks are maded, e.g.: "quartzites","arcoses","greywackes",etc.

As well, in this work, other petrological considerations are maded:

- On the different metamorphic stages inside-outside of the anticlinorial structures.

- On the origin of some mineralizations, e.g.: sulphides, kaolin minerals,etc.

Finally a petro-structural evolutive model, in relationship with the different stages overtaken by the granitization processes, is stablished.

SECK, H.A. Mineralogisch-Petrographisches Institut, Universität zu Köln, Köln, BDR

MANTLE DIAPIRISM BENEATH CENOZOIC VOLCANIC FIELDS OF WESTERN GERMANY: EVIDENCE FROM THE TEMPERATURE HISTORY OF SHEARED MANTLE XENOLITHS

Three types of mantle peridotites may be distinguished on the basis of mineralogical,geochemical,and textural criteria in Cenozoic volcanics of Western Germany.

1) Coarse grained xenoliths free of amphibole and mica are LIL element depleted to slightly enriched and reveal ^{87}Sr- and $^{143}Nd/^{144}Nd$-ratios typical of MORB. Equilibrium temperatures range from 1050 to 1250°C.

2) Strongly deformed xenoliths with porphyroclastic textures typically revealing relics of opx whose cores contain lamellae of cpx and Cr-Al-spinel. According to their bulk compositions, opx relics originally equilibrated at minimum temperatures of 1100°C, whereas recrystallisation temperatures of neoblasts range from 800 to 900°C. Amphibole and mica broken down during the ascent to the surface were abundant. Temperature histories of these xenoliths provide strong evidence for uprise of hot mantle material.

3) Amphibole-bearing xenoliths with tabular mosaic textures are strongly LIL element enriched. $^{87}Sr/^{86}Sr$- and $^{143}Nd/^{144}Nd$-ratios approach those assumed for the present bulk earth.

Spatial distribution patterns of all three xenolith types are different. High temperature xenoliths (1) are confined to the erruption centers of West Eifel, Vogelsberg and the nearby Rhön areas. Type 2 nodules are widespread but seem to predominate in the marginal parts of the volcanic fields. Type 3 xenoliths occur in Quaternary lavas only. Thermal and textural properties of the xenoliths suggest that mantle heterogneities beneath the area studied as inferred from P- and S-wave anomalies are due to uprise of hot mantle material.

SEKINE TOSHIMORI, Monash University, Australia, and PETER WYLLIE, California Institute of Technology, Pasadena, California, USA

HYBRIDIZATION OF MAGMAS ABOVE SUBDUCTED OCEANIC CRUST

Hydrous siliceous melts rising from subducted oceanic crust may experience hybridization with overlying peridotite. Products of hybridization have been explored in the synthetic system $KAlSiO_4$-Mg_2SiO_4-SiO_2-H_2O. The phase diagrams were used to interpret phase relationships determined at 30 kbar for mixtures of granite, peridotite, and H_2O. Results indicate that solution of peridotite in hydrous, H_2O-undersaturated granitic liquid at 900°C, 30 kbar, causes only small changes in liquid composition, and precipitation of phlogopite-garnet-websterite. Additional experiments, set up with H_2O-undersaturated granite liquid in contact with solid peridotite at 30 kbar, 850-1050°C, produced hybrid reaction zones containing orthopyroxene and clinopyroxene in all runs, and one or more of garnet, phlogopite, and quartz in some runs. The hybridization process in subduction zones could produce discrete rock bodies dominated by pyroxenites (without olivine); there is a prospect that potassium could become concentrated into phlogopite-rich rocks. The heterogeneous rock layer

produced above subducted crust provides aqueous fluids expelled during hybridization, which rise to generate in overlying mantle the H_2O-undersaturated basic magnesian magma which is the probable parent of the calc-alkalic rock series erupted at the volcanic front.

SEMROUD B., Centre National de Recherches et d'Applications des Geosciences, Gare, Alger, Algerie

LE COMPLEXE MAGMATIQUE DE BEJAIA-AMIZOUR (ALGERIE DU NORD)

L'association étroite entre roches volcaniques et plutoniques dans le temps et dans l'espace a été mise en évidence dans plusieurs ceintures orogéniques. Cette association se retrouve également dans la marge algérienne notamment a Béjaia-Amizour. Le complexe magmatique de Bejaia-Amizour situé à 250 Km à l'Est d'Alger est constitué de roches plutoniques (diorite, quartz-monzonite microgranodiorite, granodiorite) et de roches volcaniques (tufs, andesites, rhyolitoïdes) qui recoupent les flyschs cretacés, massyliens et maurétaniens. L'âge Miocène, de ce complexe a été confirmé par les mesures radiogéochronologiques.
Les données géothermometriques montrent que les granitoides ont commencé a cristalliser aux environs de 900° et les andesites vers 1000° pour des pressions comprises entre 2 et 5 Kbar et des teneurs en eau comprises entre 2 et 5 %.
Replacée dans le cadre geodynamique, l'activité magmatique s'est produite postérieurement aux grands évenements tectoniques qui ont vu la surection de la chaîne alpine. Les chambres magmatiques se sont formées au cours de la collision des blocs africain et europeen dans un régime de compression maximum. Après la surection de la chaine celle-ci enregistre des reajustements et dans un cadre distensif se mettent en place les différents épisodes volcaniques et hypovolcaniques.

SEN S.K., Indian Institute of Technology, Kharagpur, India

LEPTYNITES OF INDIAN GRANULITE TERRAINS - PRODUCTS OF SYNTECTONIC MELTING

Garnetiferous quartzofeldspathic rocks, devoid of hypersthene, poor in plagioclase and commonly designated "leptynites", are present in practically all of the Indian granulite terrains. They are characterised by plättung textures, and are different, both chemically and

mineralogically, from the associated charnockites and khondalites. Leptynite bands, which are usually thin, have been found to be localised in the hinge areas of medium scale folds in several granulite facies areas in the Indian Precambrians, sometimes they can even be used as marker bands in mapping as in the type charnockite area of Madras. On the other hand, chemical analysis data on twelve leptynites, especially the trace element data, reveal a strong partial melt signature. It is suggested that the leptynites originated by syntectonic melting during granulite facies metamorphism. Such syntectonic melting may be a common element in the style of evolution of granulite terrains, and examination of other granulite areas containing leptynites from this viewpoint may prove to be rewarding. An analysis of the chemical data on the twelve leptynites, especially in terms of selected trace elements and REE, also shows that an earlier suggestion of derivation of leptynites through recrystallization of khondalites can not be sustained.

SHCHEGLOV A.D., Far East Geological Institute of the Far East Scientific Centre of the USSR Academy of Sciences, Vladivostok, USSR

VOLCANIC BELTS OF THE EASTERN ASIA

The volcanic belts are the typomorphic element of the Pacific-Asia transition zone. It's high mobility through long time resulted in numerous and various genetic types of the belts. They formed from Early Archean up to the present. In Late Riphean they became of the Pacific direction showing thereby genetic relation with the Pacific Basin. According to the main features the following belt types are distinguished: a) protogeosynclinal, b) ophiolitic (on the continental and oceanic crust), c) island-arc, d) margin-continental, e) intracontinental. The belt types distinct by magma compositions and related metallogeny. In general magma enrichment in "sialic" elements (Si, K, Ba, Rb, Sn, Zr, W, etc.) from the Pacific towards the continent indicates this. The most voluminous and long-living protogeosynclinal belts have the characteristics of all rest types. The depth of destruction and not the initial crust type controls magma composition and metallogeny of the belts with mantle feeding sources. Several epochs of the belt formation are established. The epochs are synchronous with the whole of the east margin of Asia and conformable to periods of the crust extension or contraction. This event is connected with the recurrent approachment or moving off the Asian and Pacific plates.

ЩЕГЛОВ А.Д., Дальневосточный геологический ин-т ДВНЦ Академии наук СССР, г.Владивосток, СССР

ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ПОЯСА ВОСТОКА АЗИИ

Вулканические пояса являются типоморфным элементом зоны перехода Тихий океан - азиатский континент. Высокая ее мобильность на протяжении длительного времени обусловила многочисленность и разнообразие генетических типов поясов. Формирование их протекало от раннего архея до настоящего времени, начиная с позднего рифея они приобретают тихоокеанское направление, обнаруживая тем самым генетическую связь со впадиной Тихого океана. По комплексу признаков выделяются типы поясов: а) протогеосинклинальные; б)офиолитовые (на континентальной или океанической коре); в) островодужные; г) окраинно-континентальные; д) внутриконтинентальные. Выделенные типы отчетливо индивидуализированы по составам магм и связанной с ними металлогении. В генеральном плане это выражается в обогащении магм "сиалическими" элементами (Si, K, Ba, Rb, Sn, Zr, W и др.) по мере удаления от Тихого океана в глубь континента. Наиболее объемные и долгоживущие протогеосинклинальные пояса обладают чертами всех остальных типов. Состав магм и металлогения поясов мантийного питания (офиолитовых) определяются не типом первичной коры, а глубиной ее деструкции. Выделяется несколько эпох образования поясов, синхронных для всей восточной окраины Азии и отвечающих этапам растяжения или сжатия коры, что связывается с периодическими сближениями или удалениями азиатской и тихоокеанской плит.

SHCHEKA S.A., VRZHOSEK A.A., Far East Geological Institute of the Far East Scientific Centre of the USSR Academy of Sciences,Vladivostok, USSR

ON SOME PHENOMENA OF LIQUID IMMISCIBILITY IN THE NATIVE SILICATE MELTS

We have found some phenomena of the native melt liquiation. The melts splinter phases, which occur as a member of the same association. A "drop" of phonolitic (laucocratic (Fe + Mg + Ca)/Al = 0.5) melt, contained in melanocratic (alkaline-basaltic (Fe + Mg + Ca)/Al = 1.6) one, is the most common case. Furthermore, we have observed some "drops" of alkaline-basaltic (potassic (Fe + Mg + Ca)/Al = 1.7) composition to be embraced in melanocratic (picritic (Fe + Mg + Ca)/Al = 2.9) matrix. Fluorine content is generally higher in leucocratic part than in melanocratic one. The varieties of matrix rocks and "drops" form independent magmatic phases also within the complex. In the glassy matrix of continental tholeiites we have found some more

crystallized drop-like segregations of the same composition, but they are stronly enriched in volatile (CO_2, CO, H_4, CH_4, Cl) and ore (Cu, Ni. Co) components. The nuclears of such segregations contain sulphide globules represented pentlandite solid solution in pyrrhotite. The pentlandite - pyrrhotite solution are surrounded by broken chalcopyrite envelope. So, the example shows the ore component separation into an independent liquid phase. We observed all of these phenomena in the magma incurrent canals mainly. Continuous fluid flows, which appear to support the melt liquiation stability, characterize the canals. Gradient of both density and viscosity of the melts favour the maximum foliation of the magmatic columns. D.S. Korzhinsky's theory on acid-basic element interaction in melts explains satisfactorily the phenomena above.

ЩЕКА С.А., ВРЖОСЕК А.А., Дальневосточный геологический ин-т ДВНЦ Академии наук СССР, г.Владивосток, СССР

НЕКОТОРЫЕ ПРИМЕРЫ НЕСМЕСИМОСТИ ПРИРОДНЫХ СИЛИКАТНЫХ РАСПЛАВОВ

Авторами обнаружен ряд примеров ликвации природных расплавов, расщепляющихся на фазы, которые являются членами одной магматической ассоциации. Наиболее распространенный случай - "капли" фонолитового (лейкократового (Fe+Mg+Ca)/Al=0,5) расплава в меланократовом (Fe+Mg+Ca)/Al=I,6 щелочно-базальтовом. В другом случае "капли" щелочно-базальтового (калиевого) состава (Fe+Mg+Ca)/Al=1,7 выделяются в меланократовой (Fe+Mg+Ca)/Al=2,9 пикритовой матрице. Лейкократовая часть, как правило, богаче F, чем меланократовая. Перечисленные разновидности пород матрицы и "капель" слагают также самостоятельные магматические фазы в пределах комплекса. Среди континентальных толеитов в стекловатой матрице обнаружены более раскристаллизованные каплевидные выделения того же состава, но резко обогащенные летучими (CO_2, CO, H_4, CH_4, CI) и рудными (Cu, Ni, Co) компонентами. В ядре таких обособлений заключены сульфидные шарики, представляющие твердый раствор пентландита в пирротине, окруженные прерывистой оболочкой халькопирита, т.е. данный пример демонстрирует отделение рудных компонентов в самостоятельную жидкую фазу. Отмеченные явления наблюдаются преимущественно в магмоподводящих каналах, характеризующихся длительными флюидными потоками, очевидно, поддерживающими стабильность ликвации расплавов. Расслоению магматических колонн на макроуровне способствует градиент не только плотности, но и вязкости расплавов. Перечисленные примеры находят удовлетворительное объяснение с позиции теории Д.С.Коржинского о кислотно-основном взаимодействии элементов в расплавах.

SCHERBAN I.P., Institute of Geochemistry and Physics of Minerals of the Ukrainian SSR Academy of Sciences, Kiev, USSR

ESTIMATION OF ORE CONTENT FOR LOW-TEMPERATURE METASOMATITES THROUGH PALEOTEMPERATURE GRADIENTS (DATA ON LISTVENITES-BERESITES AND ARGILLIZITES)

I. Our thermometric data on low-temperature deposits of rare metals and associated metasomatites, listvenites-beresites and argillizites in particular, bear testimony of their formation over a wide range of paleotemperature gradients. Minimum paleotemperature gradients amounting to 5°C per 100 m are peculiar to deposits occurring in platforms and continental rifts. Maximum temperatures amounting to 25-30°C per 100 m are characteristic of orogenic structures depo - sits, particularly of those in the active volcanic regions.

2. Our thermodynamic calculations and experimental data indicate the temperature of formation of listvenites-beresites does not exceed 300-350°C, that of argillizites being 250-300°C. The pressure corresponding to the temperatures was of the order of hundreds and no more than a thousand atmospheres, the relative contents of CO_2 in fluids being of the order of tens of per cent. Ore-bearing parageneses are characterized by a still lower stability limit. For mercury ores, regardless of the type of host structures, it does not exceed 150-170°C, amounting to 200-250°C for polymetallic and gold ores.

3. Thus, provided the decrease of the process of mineral formation for the given type of deposit occurred at 50°C, the vertical span of listvenites-beresites section is about 5-6 km in platforms and continental rifts amounting to 1 km within orogenic zones and that of argillizites ranging from 4-5 to 750-800 m. The ore peaks for these columns are about 2.5 km-500 m for mercury ores and from 3-4 km to 500-700 m for gold and polymetallic ores.

ЩЕРБАНЬ И.П., Ин-т геохимии и физики минералов Академии наук УССР, г.Киев, СССР

РОЛЬ ПАЛЕОТЕМПЕРАТУРНЫХ ГРАДИЕНТОВ В ОЦЕНКЕ РУДОНОСНОСТИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ МЕТАСОМАТИТОВ (НА ПРИМЕРЕ ЛИСТВЕНИТОВ-БЕРЕЗИТОВ И АРГИЛЛИЗИТОВ)

I. Термометрические исследования показали, что низкотемпературные месторождения редких металлов и сопровождающие их метасоматиты, в частности лиственитыберезиты и аргиллизиты, образуются в широком

диапазоне палеотемпературных градиентов. Минимальными величинами палеотемпературных градиентов, составляющими $5^{o}C/100$ м, характеризуются месторождения, образовавшиеся в условиях платформ и континентальных рифтов, а максимальными, равными 25-$30^{o}C/100$ м и даже более, - месторождения орогенных структур, в особенности в областях активного вулканизма. 2. Вместе с тем термодинамические расчеты и экспериментальные данные указывают на то, что при умеренных общих давлениях, не превышающих сотен, в крайнем случае тысячи, атмосфер, и относительно небольших содержаниях углекислоты во флюиде, порядка первых десятков процентов, температура образования лиственитов-березитов не превышала 300-$350^{o}C$, а аргиллизитов - 250-$300^{o}C$. Еще более низким температурным пределом устойчивости характеризуются рудосодержащие парагенезисы. Для ртутных руд независимо от типа вмещающих структур он не превышал 150-$170^{o}C$, а для полиметаллических руд и руд золота рассматриваемого типа - 200-$250^{o}C$. 3. Следовательно, если допустить, что затухание процесса минералообразования на месторождениях рассматриваемого типа произошло при температуре $50^{o}C$, то вертикальный размах колонн лиственитов-березитов может изменяться от 5-6 км в условиях платформ и континентальных рифтов до 1 км в орогенных областях, а колонн аргиллизитов - соответственно от 4-5 км до 750-800 м. Рудные интервалы в этих колоннах, локализующиеся в их верхних частях, составят для ртутных руд 2,5 км-500 м, а для руд золота и полиметаллов - от 3-4 км до 500-700 м.

SHIBATA TSUGIO, Dept. of Earth Sciences, Okayama Univ., Okayama, Japan;
GEOFFREY THOMPSON, Woods Hole Oceanographic Inst., Woods Hole, Mass., USA
and FREDERICK A. FREY, Dept. of Earth and Planetary Sciences, MIT, Cambridge, Mass., USA

PERIDOTITES FROM THE MID-ATLANTIC RIDGE AT 43°N AND THEIR PETROGENETIC RELATION TO ABYSSAL THOLEIITES

Whole-rock, major and trace element analyses and microprobe mineral analyses were conducted on serpentinized peridotites recovered from the walls of the MAR 43°N fracture zone. The relict minerals observed consist mainly of olivine (Fo_{91-92}) and orthopyroxene ($En_{89.1-87.6}Fs_{8.4-7.8}Wo_{4.4-2.7}$; Al_2O_3=2.64-1.82%; Cr_2O_3=0.84-0.63%) with subordinate amounts of clinopyroxene ($En_{50.9-48.7}Fs_{3.7-3.2}Wo_{48.1-45.4}$; Al_2O_3=2.88-2.34%; Cr_2O_3=1.28-1.08%) and brown spinel (Cr/Cr+Al =0.57-0.36; $Mg/Mg+Fe^{2+}$=0.69-0.56). The peridotites recovered from the ocean floor are generally considered to have been subjected to partial melting processes and regarded as residues left after primary magma was removed. Major element chemistry of the MAR 43°N peridotites are compared with those of the ocean floor peridotites previously reported and used together with those published data to demonstrate that the major element abundances of the ocean floor peridotites define an average variation trend which is compatible with removal of primary magma from these peridotites at moderate pressures (10-15Kb). The most primitive abyssal tholeiite glasses could then be produced by at most 15% olivine fractionation of such primary magma. Extensive fractionation of olivine and/or orthopyroxene from picritic liquids which are in equilibrium with the lherzolitic or harzburgitic mantle source at higher pressures (>20Kb) could not yield the most primitive abyssal tholeiite glasses.

SHILO N.A., PUSCHIN I.K., VYSOTSKY S.V., Far East Scientific Centre of the USSR Academy of Sciences, Vladivostok; SHARASKIN A.Ya., ZLOBIN S.K., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

STRUCTURE AND COMPOSITION OF THE OCEANIC CRUST OF THE TONGA TRENCH

The oceanic crust was investigated along three profiles on the island slope of the Tonga trench during the cruise of R/V "Kallisto". The tectonically doubled section of the crust was investigated along the central profile. In the basis of each tectonic slab determined metamorphic peridotites (apoharzburgites) drastically poor in Si, Al, Ca, Na, V and enriched with Mg, Cr, Ni, Co, with very low ferfousness and with ratios $Cr/Ni < 1$ and $Ni/Co > 10$, which makes them comparable with depleted rocks of the Upper Mantle. Above them are deposits of cumulus peridotites and gabbroids overlaid with diabases, which may be correlated with the complex of parallel dykes of known ophiolite sections. The section is topped with the pillow lavas which include boninites. The slabs are separated with the zone of cataciastic rocks, containing amphibole schists and dykes (?) of plagiogranites. Apparent thickness of the lower slab is about 2500 m that of the upper slab about 2800 m. The section along the eastern profile included cumulus peridotites and gabbroids, diabases of the complex of parallel dykes and overlying pillow lavas with dominantion of island arc toleites. Cumulus rocks of the central section have petrochemical characteristics comparable to those of gabbroids of the Philippine Sea, while their pattern of REE is similar to that of boninites, which fact proves the suggestion that ophiolite associations originate from boninite magma. Cumulas rocks of the eastern section and overlying toleiites are characterized with low titanium content and essential similarity of REE patterns which suggests the possibility of their origin under the island arc or intraarc conditions. The observed congestion of the oceanic crust suggests extremely complicated geological history of the Tonga arc-trench system.

ШИЛО Н.А., ПУЩИН И.К., ВЫСОЦКИЙ С.В., Дальневосточный научный центр Академии наук СССР, г.Владивосток; ШАРАСЬКИН А.Я., ЗЛОБИН С.К., Ин-т геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского Академии наук СССР, г.Москва, СССР

СТРОЕНИЕ И СОСТАВ ОКЕАНИЧЕСКОЙ КОРЫ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЖЕЛОБА ТОНГА

В 1982 г.экспедицией на НИС "КАЛЛИСТО" изучалась океаническая кора по трем профилям на островном склоне желоба Тонга. Тектонически

сдвоенный разрез коры исследован по центральному профилю. В основании каждой тектонической пластины установлены метаморфизованные перидотиты (апогарцбургиты), резко обедненные Si, Al, Ca, Na, Ti, V, обогащенные Mg, Cr, Ni, Co при очень низкой железистости и с отношениями Cr/Ni < 1 и Ni/Co > 10, что позволяет сопоставлять их с деплетированными породами верхней мантии. Выше залегают кумулятивные перидотиты и габброиды, которые перекрываются диабазами, соотносимыми с комплексом параллельных даек известных разрезов офиолитов. Разрез венчается толщей пиллоу-лав, среди которых отмечаются бониниты. Пластины разделяются мощной зоной катаклазированных пород, содержащей амфиболовые сланцы и дайки (?) плагиогранитов. Видимая мощность нижней пластины около 2500 м, верхней - около 2800 м. В разрезе по восточному профилю выявлены кумулятивные перидотиты и габброиды, диабазы комплекса параллельных даек и перекрывающие их пиллоу-лавы с преобладанием островодужных толеитов. Кумуляты центрального профиля по петрохимическим характеристикам сопоставляются с габброидами Филиппинского моря, а их спектр редкоземельных элементов (РЗЭ) адекватен таковому у бонинитов, что подтверждает предположение о происхождении офиолитовых ассоциаций из бонинитовой магмы. Кумуляты восточного профиля по химическому составу соответствуют габброидам срединно-океанических хребтов. Для этих кумулятов и перекрывающих их толеитов характерны низкая титанистость и принципиальное сходство спектров РЗЭ, что свидетельствует о возможности их происхождения в островодужных или интрадуговых условиях. Отмеченная скученность океанической коры указывает на очень сложную историю геологического развития системы дуга-желоб Тонга.

SHULDINER V.I., PANCHENKO I.V. Far East Institute of Geology of the Far East Scientific Centre of the USSR Academy of Sciences, Vladivostok, USSR

METAMORPHIC ZONING AND EVOLUTION OF THE EARLY PRECAMBRIAN HIGH-GRADE COMPLEXES IN THE STANOVOY RIDGE

Stages of the Early Precambrian high-grade metamorphism and its PT-parameters are established on the basis of garnet zoning and its equilibria with associated minerals. Data obtained are used to map the zoning of two stages in polymetamorphic complexes in detail (isotherms are drawn every other 50°C). The early (Archean) areal metamorphism was characterized by lateral homogeneity. Vertical gradient was about 15°C/km. The temperature (600 to more than 1000°) correlates to the pressure (5–6 up to 10–11 kbar) and stra-

tigraphic setting; isothermal planes are subparallel to isobaric ones and bedding and dislocated intensively together with beds; this indicates the preorogenic burial metamorphism. There are some data of a long period (hundreds of millions of years) of Archean rocks existence at the great depths under slightly changing granulite and amphibolite facies conditions. Metamorphism of the late (Early Proterozoic) stage was characterized by lateral heterogeneity: the vertical gradient within zones of uplifts (gneiss domes) reached 40°C/km and within subsidence (interdome) zones it lowered to 10°C/km. Within each zone the temperature (550 to 700°) correlates with the pressure and not with the stratigraphic setting; isotherms outline the gently sloping thermal rises and depressions, which are strongly discordant relatively to folds. The Early Proterozoic metamorphism in contrast to the Archean one was conditioned by synorogenic impulsive increasing of the heat flow which was localized along the tectonic elements.

ШУЛЬДИНЕР В.И., ПАНЧЕНКО И.В., Дальневосточный геологический институт ДВНЦ Академии наук СССР, г. Владивосток, СССР

МЕТАМОРФИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ И ЭВОЛЮЦИЯ РАННЕДОКЕМБРИЙСКИХ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ КОМПЛЕКСОВ СТАНОВОГО ХРЕБТА

Стадийность раннедокембрийского метаморфизма и его PT-параметры установлены по характеру зональности гранатов и их равновесиям с сосуществующими минералами. Полученные данные использованы для детального (изотермы проведены через 50°С) картирования разновозрастных зональностей в полиметаморфических комплексах. Выявлены два этапа метаморфизма. Ранний (архейский) ареальный метаморфизм характеризовался латеральной однородностью. Вертикальный градиент составлял около 15°С/км. Температура (600 - более 1000°) коррелируется с давлением (5-6 до 10-11 кбар) и стратиграфическим положением; изотермы субпараллельны изобарам и напластованию и интенсивно дислоцированы, что говорит о доскладчатом метаморфизме на стадии погружения; имеются данные о длительном (сотни млн.лет) нахождении архейских пород на больших глубинах в слабо меняющихся условиях гранулитовой и амфиболитовой фаций. Метаморфизм позднего (раннепротерозойского) этапа отличался латеральной неоднородностью: в зонах поднятий (гнейсовых куполах) вертикальный градиент достигал 40, погружений (межкупольных) - снижался до 10°С/км. Температура (550-700°) внутри отдельных зон коррелируется с давлением, но не со стратиграфическим положением; изотермы очерчивают пологие термальные поднятия и депрессии, резко дискордантные относительно складок. В отличие от архейского

раннепротерозойский метаморфизм обусловлен синскладчатым импульсным увеличением теплового потока, локализованным вдоль определенных тектонических элементов.

SHTEINBERG D.S., Institute of Geology and Geochemistry of the Ural Scientific Centre of the USSR Academy of Sciences, Sverdlovsk, USSR

THE GLOBAL RELATIONSHIPS BETWEEN TECTONICS AND MAGMATISM IN THE PHANEROZOIC

The main regularity is the coexistence and contemporaneous development of long-lived regions and zones of different geodynamic regimes, corresponding magmatism types and vertical ranges of magmatic associations on the one hand, global recurrent cycles of tectonic movements and related magmatism, synchroneity of their manifestation of the same type on the other. The main magmatism types closely related with geodynamic regime types are: basaltoid eugeosynclinal and platform, andesitoid orogenic, granitoid-metamorphic closely related to the Alpine-type folding. In the Vendian-Phanerozoic one may distinguish 12 elementary cycles with duration 40-60 m.y., coinciding with those of Stille that cover all magmatic types. The cycles are the most distinctly revealed in the eugeosynclinal zones as a recurrent sequence of analogous evolution stages comparable with those of island arcs: 1 - aphyric submarine balasts poor in potassium associated often but not always with alpine-type ultramafites and gabbroides (ophiolite association), 2 - contrast series of basalts (K_2O: 0.3-1%) and plagiogranites, 3 - continuous calc-alkali basalt-andesite-dacite ($\pm$liparites) series of porphyry volcanites with variable K content mostly low, 4 - porphyry basalts and basaltic andesites with normal K:Na ratio, 5 - porphyry K-Na basalts, andesite-trachytes, trachytes, sometimes phonolites, 6 - trachybasalts. The volcanites are accompanied by intrusive analogs which volume increases during cycle evolution. The cycles may be repeated at the same place or with some horizontal displacement (steplike) and followed by any other magmatism types above mentioned. The cycles of platform magmatism being synchronous with eugeosynclinal ones are outlined. The tholeiite basalts of these cycles are followed by alkali-olivine basalt association including the kimberlites. The global cyclic recurrence of other magmatism types is also outlined, but needs further research. The complications of the scheme above treated are due to lateral changes within the magmatism types caused by heterogenity of basement and disappearence of some evolution stages.

ШТЕЙНБЕРГ Д.С., Ин-т геологии и геохимии УНЦ АН СССР, г.Свердловск, СССР

ГЛОБАЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СВЯЗЕЙ ТЕКТОНИКИ И МАГМАТИЗМА В ФАНЕРОЗОЕ

Главная закономерность – сосуществование и параллельное развитие областей и зон с различным геодинамическим режимом, соответствующими типами магматизма и вертикальных рядов магматических формаций, с одной стороны, глобальная цикличность тектонических движений и сопряженного с ними магматизма, синхронность их однотипных проявлений, с другой. Закономерность обусловлена многими факторами: развитием Земли как единого твердого тела; причинными зависимостями между напряжениями, движениями внутри Земли и магмообразованием – следствием нарушения физико-химического равновесия при участии флюидов; унаследованностью, свойственной многим геологическим процессам. Главные типы магматизма, причинно связанные с геодинамическим режимом, - базальтоидный эвгеосинклинальный и платформенный, андезитоидный орогенный, гранитоидно-метаморфический соскладчатый. В венд-фанерозое намечаются 12 элементарных циклов продолжительностью 40-60 млн.лет, совпадающих с циклами Штилле, определяемых физикой Земли. Наиболее четко они выделяются в эвгеосинклинальных зонах в виде повторяющейся последовательности аналогичных стадий, сопоставимых с островными дугами: 1) бедных калием подводных афировых базальтов, ассоциированных в ранних циклах с альпинотипными гипербазитами и габброидами (офиолитовая ассоциация); 2) контрастной: базальтов с колеблющимся содержанием K_2O (0,3-1%) и плагиолипаритов; 3) непрерывной известково-щелочной серии порфировых вулканитов ряда базальт-андезит-дацит (липарит) с переменным содержанием калия, чаще низким; 4) порфировых базальтов и андезито-базальтов с нормальным отношением K:Na; 5) порфировых кали-натровых базальтов, андезито-трахитов, трахитов, иногда фонолитов; 6) трахибазальтов. Вулканиты сопровождаются интрузивными аналогами, роль которых возрастает в ходе развития цикла по мере смены прогибания поднятием и соответствующего изменения фаций осадков. Циклы могут повторяться в одном и том же месте или с некоторым горизонтальным смещением (ступенчато) и сменяться во времени другими типами магматизма и вертикальных рядов магматических формаций. Намечаются циклы платформенного магматизма, синхронные эвгеосинклинальным, со сменой во времени толеитовой ассоциации щелочно-оливин-базальтовой включая кимберлиты. Цикличность двух других типов магматизма намечается, но требует систематического сопоставления в глобальном масштабе. Осложнения изложенной схемы связаны с латеральными вариациями внутри типов, обусловленными гетерогенностью основания и выпадением отдельных стадий внутри циклов.

SHURKIN K.A., LEVKOVSKY R.Z., Institute of Precambrian Geology and Geochronology of the USSR Academy of Sciences, Leningrad, USSR

MAGMATISM OF THE EARLY PRECAMBRIAN OF THE EAST EUROPEAN PLATFORM

The formation of the magmatogenic (volcanic, intrusive, ultrametagenic) complexes joined into rock associations occurred at the following tectono-magmatic cycles: the Early Archaean (>3.0 b.y.), Late Archaean (3.0 – 2.6 b.y.), Early Proterozoic I (2.6 – 2.3 b.y.) and Early Proterozoic II (2.3 – 1.65 b.y.). All the cycles are characterized by a single succession of associations, i.e. pre-folding tholeitic basalts (sometimes with komatiites), early folding, essentially plagioclase granitoids (plagiogranites, tonalites, granodiorites, locally enderbites), synfolding ultrametagenic granite-migmatites, sometimes charnockite-migmatites, late- and postfolding granitoids (including subalkaline and alkaline granites, showing porphyroid, pegmatoid and aplite-like structure), postfolding dyke gabbro-diabases. The Early Archaean essentially plagioclase granitoids and younger plagiomicrocline granitoids and granite-migmatites make up the granite-gneiss basis of the platformic basement. Alongside the similarity, all the cycles differ in volume of the associations, their metallogenic characteristics, and also in the presence of complexes formed under specific geotectonic and thermodynamic conditions. This suggests a cyclic unidirectional trend of the evolution of Early Precambrian magmatism due to the gradual increase in crustal thickness, the change of its tectonic structure and endogenic regimes, which had occurred at the overall background of magma generation shifting towards more deep-seated levels.

ШУРКИН К.А., ЛЕВКОВСКИЙ Р.З., Ин-т геологии и геохронологии докембрия Академии наук СССР, г.Ленинград, СССР

МАГМАТИЗМ РАННЕГО ДОКЕМБРИЯ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Формирование магматогенных (вулканических, интрузивных, ультраметагенных) комплексов, объединяемых в формации, связано с тектономагматическими циклами: раннеархейским (3,0 млрд. лет), позднеархейским (3,0-2,6 млрд. лет), раннепротерозойским-I (2,6-2,3млрд. лет), раннепротерозойским-П (2,3-I,65 млрд. лет). Каждый цикл характеризуется однотипной последовательностью смены формаций: доскладчатых толеитовых базальтов (иногда с коматиитами), раннескладчатых существенно плагиоклазовых гранитоидов (плагиограниты, тоналиты, гранодиориты, иногда эндербиты), соскладчатых ультраметагенных гранит-мигматитов, иногда чарнокит-мигматитов, поздне- и постскладчатых гранитоидов (в

том числе субщелочных и щелочных гранитов с порфировидной, пегматоидной и аплитовидной текстурой), постскладчатых дайковых габбро-диабазов. Раннеархейские существенно плагиоклазовые и более молодые плагиомикроклиновые гранитоиды и гранит-мигматиты составляют гранитогнейсовую основу фундамента платформы. Наряду с общей направленностью каждый из циклов отличается масштабами развития формаций, металлогеническими особенностями последних, наличием специфических по геотектоническим и термодинамическим условиям формирования комплексов пород. В этом проявляется циклично-направленный ход эволюции раннедокембрийского магматизма, обусловленный постепенным увеличением мощности коры, изменением ее тектонической структуры и характера эндогенных режимов при общей тенденции смещения уровней магмообразования от цикла к циклу на все большую глубину.

SIMON A.K., GONSHAKOVA V.I., FRIKH-KHAR D.I., Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

A COMPARISON OF MAGMATITES FROM EARTH ANCIENT GREENSTONE BELTS TO LUNAR ROCKS

The moon stopped to develop at a very early stage of evolution and it can be correlated only with the earliest stages of Earth evolution. Greenstone belt magmatites of nuclear stage are the first objects in Earth history suitable for such a comparison as they were formed 3.5-2.5 billion years ago and preserved major features of their primary composition and structure. The comparison made revealed substantial quantitative and qualitative differences between the objects under consideration. Total share of extrusive and plutonic basic rocks including their high-alumina, potassium- and titanium-rich varieties in the overall "section" of the moon is practically nearing 100%. Other rocks are either lacking or represented by single findings. Volcanites in greenstone belts are represented by komatiitic (3-16%), tholeiite-basaltic (30-50%), andesitic (2-25%), and dacite-rhyolitic (3-15%) formations. The smallest share among intrusive formations (by the area of extension) is comprised by the dunite-harzburgitic one. Peridotite-pyroxenite-noritic and tonalite-granodioritic formations are more widespread. Groups and families of lunar rocks differ from their terrestrial analogues with similar mineral composition and textural-petrographical features by lower content of silica and alkalis (especially sodium) and higher content of magnesium and especially titanium. Fenner's differentiation tend-

ency is much more pronounced so that Fe/(Fe+Mg) ratio of various lunar basalts is at least 10-20 persent higher than that of their terrestrial analogues of nuclear type. These and some other differencies show that 2,5-3,5 billion years ago, mechanisms and processes of differentiation were acting on Earth distinctive of processes that determined major features of structure and composition of continental-marin surface of the Moon.

СИМОН А.К., ГОНЬШАКОВА В.И., ФРИХ-ХАР Д.И., Ин-т геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Академии наук СССР, г.Москва, СССР

СРАВНЕНИЕ МАГМАТИТОВ ДРЕВНЕЙШИХ ЗЕЛЕНОКАМЕННЫХ ПОЯСОВ ЗЕМЛИ С ПОРОДАМИ ЛУНЫ

Луна остановилась в своем развитии на очень ранней стадии эволюции и может сопоставляться только с ранними стадиями развития нашей планеты. Магматиты зеленокаменных поясов нуклеарной стадии являются первым в истории Земли объектом, подходящим для такого сравнения, так как они образовались 3,5-2,5 млрд. лет назад и сохранили основные черты первичного состава и строения. Проведенное сопоставление обнаруживает существенные количественные и качественные отличия сравниваемых объектов. В сводном "разрезе" Луны суммарная доля основных плутонических и вулканических пород включая их высокоглиноземистые, высокотитанистые и высококалиевые разновидности практически приближается к 100%. Остальные породы отсутствуют или представлены единичными находками. Вулканиты зеленокаменных поясов представлены коматитовой (3-16%), толеит-базальтовой (30-50%), андезитовой (2-25%) и дацит-риолитовой (3-15%) формациями. Среди плутонических формаций наименьшую долю (по площади распространения) составляет дунит-гарцбургитовая формация, более распространены перидотит-пироксенит-норитовая и тоналит-гранодиоритовая. Группы и семейства лунных пород отличаются от однотипных по минеральному составу и структурно-петрографическим признакам земных аналогов заметно более низким содержанием кремнезема и щелочей (особенно натрия) и более высоким - магния и особенно титана. Феннеровская тенденция дифференциации в целом выражена гораздо резче, так что железистость различных лунных базальтов на 10-20 и более единиц выше, чем у их нуклеарных земных аналогов. Эти и некоторые другие различия показывают, что 2,5-3,5 млрд. лет назад на Земле уже действовали механизмы и процессы дифференциации вещества, отличные от процессов, определявших основные черты строения и состава материково-морской поверхности Луны.

SINGH K.N., Geol. Survey India, Calcutta, India

ACID MAGMATISM IN WESTERN HIMALAYA - GEOLOGY AND PETROLOGY OF HIGH LEVEL DUDHATOLI GNEISSIC COMPLEX, GARHWAL, INDIA, WITH SPECIAL REFERENCE TO CASSITERITE - WOLFRAMITE MINERALIZATION

In Western Himalaya, acid magmatism of Jurassic (?) age associated with rare metal mineralization has been recorded in Dudhatoli (known as Dudatoli) Crystallines in Garhwal, U.P. The crystalline formation composed of gneisses, granitoids and pegmatites occupying upper tectonic level around Dudhatoli hill and surrounded by successive zone of metasediments and metabasics of various metamorphic grades constitute NW-SE synformal structure. The regional metamorphism varies from green schist to amphibolite facies and the gneissic complex in synformal core, representing metamorphic culmination zone, resulted out of anatectic melt. The granitic melt of cotectic minimum composition developed at depth above 700°C. The gneisses and granitoids of complex character having discriminate functional values ranging from 0.24 to 3.32 and - 0.39 indicate igneous and sedimentary parentage. Fission track dates on garnets of gneisses vary from 150 $\pm$ 9.5 Ma to 161 $\pm$10.2 Ma representing peak of blocking temperature of mineral. The acid magmatism may be Jurassic (?) or earlier. Presence of cassiterite, wolframite with traces of columbite - tantalite have been found in pegmatite and quartz veins of metasediments with sporadic scheelite. Sn, Ta and Nb equilibration in pegmatite took place under specific tectonothermal settings at the outer mergins of acid magmatic body.

SINHA-ROY S., Vijay Path, Jaipur, India

METAMORPHISM OF THE HIMALAYAS: A NEW APPROACH

The tectonic zones of the Himalayas have characteristic metamorphic attributes. The main Boundary Fault in the south delimits the Himalayan metamorphic rocks against non-metamorphic Siwalik molasse. A Tertiary metamorphism ranging from greenschist facies to amphibolite facies has been overprinted on the Lesser Himalayan nappe stack comprising mainly pre-Mesozoic rocks. This metamorphic event reworked and downgraded the Lesser Himalayan basement slices and the Higher Himalayan gneissic complex. Polymetamorphic characters of the unfossiliferous Himalayan rocks are due to pre-Himalayan (Caledonian/Hercynian) thermal events. The pattern of metamorphic facies is confusing in the low to medium grade terrains because of persistence

of pre-Himalayan elements. In amphibolite facies rocks however the older signatures are obliterated which is related to the thermal regime associated with the Main Central Thrust. This feature is responsible for regional metamorphic inversion. In high-level thrust zones of the Lesser Himalayas a moderate - P and low - T facies, grading into greenschist facies, has developed. The Himalayan metamorphic facies pattern is complicated due to oberprinting relations, but polymetamorphic facies components of some belts can be isolated in space. It is concluded that correlation of tectonic events with metamorphism in the Himalayas may not be as straightforward as normally believed.

SIZE W.B., Department of Geology Emory University Atlanta, Georgia, USA

POLYGENETIC TRONDHJEMITE

Rocks of trondhjemitic composition can originate from polygenetic paths related to continental margin tectonism. Plagiogranite precursors show significant differences from trondhjemite even though they outwordly resemble them and are frequently found associated with trondhjemite in allochthonous units. Trondhjemitic rocks have characteristics indicative of more primitive protoliths such as oceanic lithosphere or early crustal tonalite. Trondhjemite petrogenesis is frequently episodic during orogenesis and the rocks can be used to date the timing and emplacement of allochthonous units that they are restricted within. Trondhjemite in the Scandinavian Caledonides and the southern Appalachian orogens have many compositional and structural-setting similarities, however their petrogenesis is interpreted as resulting from anatexis of a tholeiitic-basalt parent in the former case and from a crustal tonalite in the latter case. Mechanical mixing of xenocrystic or, anatectically derived, autocrystic restite into the trondhjemitic melt can have major effects on petrogenetic interpretations.

SOBOLEV R.N., Moscow State University, Faculty of Geology, Moscow, USSR

THE DURATION OF THE ACID INTRUSIVE MAGMAS CRYSTALLYZATION

This process depends on the intrusive form, its thickness, the intrusive melts temperature and the wall rocks temperature, thermal conductivity and thermal capacity of the igneous and wall rocks, the melt temperature crystallization and initial wall rocks tem-

perature (above-and underlaying rocks), melting heat minerals of the igneous rocks. These data for the intrusives of the plate shape make it possible (under the condition that heat exchange takes place as conductivity) to determine the crystallization period of the melt layer (the Stephan's contact task) which has a thickness of 1 km (τ_1). The crystallization period (τ_z) for a layer of any thickness A (km) may be determined as: $\tau_z = \tau_1 \cdot A^2$.

The crystallization of the melt takes place simultaneously from the upper and the bottom parts of the magmatic layer. Crystallization velocity directly depends on the difference between the temperature of magma and wall rocks. This brings about asymmetry of the crystallization process which increases in direct proportion to the melts layer thickness. For the melts which intrude by the temperature of their crystallization ("cold" melts) and have the same composition, crystallizations velocity depends on their temperatures of crystallization: the higher the temperature of crystallization, the faster the process of crystallization. For the melts which are superheated comparatively of their temperatures of crystallization to 100, 200 and 400 ,°C the time of their crystallization increases to 2, 3, 5 and 10 times accordingly. The increasing of the melts time crystallization is connected with the reduction of quartz and potassium feldspar quantities in their compositions. If the conditions of the crystallization are the same then the crystallization time of the "cold" melt of diorite is 2,5 times greater than for alaskite. For the superheated melts this value decreases with the increasing of superheating.

СОБОЛЕВ Р.Н., Московский государственный университет, геолфак, г.Москва, СССР

ДЛИТЕЛЬНОСТЬ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ КИСЛЫХ ИНТРУЗИВНЫХ МАГМ

Этот процесс зависит от формы залегания интрузива, его мощности, температуры внедрившегося расплава и вмещающих пород, теплопроводности и теплоемкости закристаллизовавшейся части расплава (горной породы) и вмещающих интрузив пород, температуры кристаллизации расплава и исходной температуры вмещающих пород (над- и подинтрузивных пород), скрытой теплоты плавления минералов горных пород. Учет указанных факторов для тел уплощенной формы при условии, что теплообмен происходит кондуктивным способом позволяет определить время кристаллизации (τ_1) слоя расплава (контактная задача Стефана) для камеры мощностью I км. Время кристаллизации (τ_z) слоя расплава любой мощности A (км) определяется из соотношения: $\tau_z = \tau_1 \cdot A^2$. Кристаллизация расплава происходит одновременно от верхнего и нижнего контакта камеры, при этом скорость кристаллизации прямо пропорциональна разнице между

температурой магмы и температурой вмещающих пород. Это обуславливает асимметрию кристаллизации (быстрее от более холодного контакта), увеличивающуюся с увеличением мощности слоя расплава. Для расплавов одинакового состава, внедрившихся при температуре кристаллизации ("холодные" расплавы), скорость кристаллизации зависит от температуры кристаллизации расплава (зависящей от содержания флюидов): чем выше температура кристаллизации, тем быстрее происходит кристаллизация. Перегрев расплава относительно температуры его кристаллизации на 100, 200 и 400°С соответственно увеличивает время кристаллизации примерно в 2, 3, 5 и 10 раз. Увеличение времени кристаллизации гранитоидных расплавов связано с уменьшением в их составе количества кварца и щелочного полевого шпата. Так, при одних и тех же условиях время "холодного" расплава диорита в 2,5 раза больше, чем аляскита; для перегретых расплавов эта величина уменьшается с увеличением степени перегрева.

SØRENSEN H., Institute of Petrology, University of Copenhagen, Denmark

ASPECTS OF THE PETROLOGY OF AGPAITIC NEPHELINE SYENITES

Agpaitic nepheline syenites are well known for their richness in rare elements and rare minerals. Besides a number of fundamental petrological principles are well illustrated by these rocks. The paper will present a review of some of these principles mainly based on the investigations in the Ilimaussaq intrusive complex, South Greenland.

SOUCEK JIŘÍ, JELÍNEK EMIL, TVRDÝ JAROMÍR, ULRYCH JAROMÍR, ŽEŽULKOVA IVANA, Charles University, Praha, Czechoslovakia

ALKALINE DYKE ROCKS OF THE ČESKÉ STŘEDOHOŘÍ MTS, CZECHOSLOVAKIA

In the environs of the Roztoky subvolcanic centre consisting of essexite- and sodalite syenite rocks, radially arranged 1 - 20 m thick dykes are abundant. They originated in the Tertiary when magma ascended along preexisting joints revived by Alpine orogenic processes. The dykes are composed especially of camptonites and monchiquites, less frequently of mondhaldeites, bostonites, gauteites, tinguaites, dyke-trachytes, phonolites, basalts and further rocks. The camptonites are the main representatives of the alkaline lamprophyres of the Ceské Stredohorí Mts, and as compared with the camptonites derived from other areas contain elevated amounts of potassium and they are olivine-free. The differential series monchiquite -

camptonite - gauteite - dyke trachyte arose by fractional crystallization of an alkali basalt magma at lowered pressures of CO_2 and H_2O. The temperature at the beginning of the crystallization has been determined to range from 1150 to 1200°C. The trace elements contents and the Rb/Sr and K/Rb ratios point to a crust character of these rocks.

SRIKANTAPPA C., Dept. of Geology, University of Mysore, Mysore, India; PAITH M., Mineralogisch-Petrologisches Institut, Universität Bonn, Bonn; ACKERMAND, D., Mineralogisch-Petrographisches Institut, Universität Kiel, Kiel, FRG

HIGH-GRADE REGIONAL METAMORPHISM OF ULTRAMAFIC AND MAFIC ROCKS FROM THE ARCHAEAN SARGUR TERRANE, KARNATAKA, SOUTH INDIA

The archaean ultramafic to mafic rocks emplaced into the Sargur supracrustal series (> 3.0 Ga) in Karnataka, South India, represent deformed and metamorphosed layered igneous bodies. They belong to the gneiss granulite tectonic regime, indicative of a deep crustal environment in southern India. The igneous rocks have been partly or completely reequilibrated at conditions of the upper amphibolite to granulite facies around 2.6 Ga. The development of sagvandites with enstatite + magnesite and anthophyllite + magnesite bearing assemblages and of mafic garnet - pyroxene granulites indicates the presence of CO_2 rich intergranular fluids ($XCO_2 \geqslant 0.4$) in these rocks during the high-grade stage of metamorphism. The physical conditions of metamorphism have been evaluated by applying various methods of geothermobarometry to the recrystallized ultramafic assemblages with olivine, pyroxenes and spinel, and the charnockitic assemblages with garnet, pyroxenes, plagioclase and quartz. A mean temperature of 710 $\pm$ 50°C and pressures of 8.5 $\pm$ 0.5 kb was calculated for the core compositions of the coexisting minerals. These P-T data indicate a minimum crustal thickness for the Archaean crust in the Sargur terrane of about 35 km at $\underline{c}$ 2.6 Ga ago.

STANOIU ION, IANCU VIORICA, UDUBASA GHEORGHE, RADAN SILVIU, VISARION ADINA, Institute of Geology and Geophysics, Bucharest, Romania

COMPLEX SEPARATION CRITERIA OF THE WEAKLY METAMORPHOSED FORMATIONS (AN EXAMPLE - THE SOUTH CARPATHIANS)

An attempt is made to separate lithostratigraphically the folded and weakly metamorphosed formations from the Paleozoic-Mesozoic cover of

the Lower Alpine structures in the South Carpathians. For this purpose several criteria have been used, as follows: 1) Sedimentologic criteria, focussed on lithology and typical lithostratigraphic sequences, which could be paleontologically and micropaleontologically dates. Facies, facies and thickness variations have been used for the paleogeographic reconstitution. 2) Petrographic-mineralogic criteria aiming both at the tracing of the specific petrographic types and associations and at the mineral associations, as well. Two types of minerals can be separated: premetamorphic minerals (sedimentary-diagenetic), represented by clastic minerals (quartz, feldspar, micas, coals) and clayey minerals. The metamorphic minerals are statistically crystallized phases, pre-S_1 (chloritoid, pyrophyllite, anthracite), by a process of orogene burial, traceable in the Liass formations, and dynamically crystallized phases (quartz, calcite, chlorite, illite, pre-graphite, graphite). The transition from diagenesis to metamorphism is indicated by the chlorite-vermiculite interlayers, the variation of illite crystallinity and the anthracite-metaanthracite transition. 3) Structural criteria referring to microstructures (a, relict; b, of deformation of the clastic elements without recrystallization; c, of metamorphic reconstruction, in places repeated), and mesostructures (S_o stratifications, plane sets, fold generations). The comparative study allowed the differentiation of the Paleozoic (Upper, Middle, Lower) formations from the Mesozoic (Liass, Upper Cretaceous) ones.

STARITSINA G.N., TOMANOVSKAYA Yu.I., TABUNOV S.M., All-Union Research Institute of Geology and Mineral Resources of the World Ocean, Leningrad, USSR

STUDY OF MAGMATIC ACTIVITY IN RIFTOGENIC STRUCTURES OF THE PACIFIC OCEAN WITH IMPLICATIONS TO OCEANIC ORE FORMATION

From the plate tectonics hypothesis the magnatic lineations in West Pacific have been interpreted traditionally as the first stage of oceanic crust formation crowned by a riftogenic structure of the East Pacific Rise (EPR) early in the Late Neogene. Alternatively, the Cretaceous structures are treated by the authors as separate architectures, the relics of some old riftogenic structures (Phoenix, Maguellan, Japan, Hawaii, Farallan). They are groupped into variously directed long belts and characterized by high velocity seismic sections but without somewhat significant heat flow and with shallow-focus earthquakes the termination of rifting being the cause. The common magmatic features of all riftogenic structures of the oceans are

as follows: a thick volcanic sequence interbedded by pillow lavas, volcanic-intrusive associations, low potassium and high magnesium specialization of parent magmas and depletion in Zr, Th, Ta, Hf. The enrichment in Fe and relative depletion in Al_2O_3 along with a stable high Mg/Fe ration and a differential range of rocks of intermediate composition and the antidrome differentiation trend are the unique features of the magmatites in the Mesozoic riftogenic structures. A primitive composition of magma and deep levels of its generation are indicated by the presence of chromite (instead of magnesio-chromite in EPR basalts) and magnesium bearing glasses. The old riftogenic structure magmatites may be therefore attributed to an individual petrologic formation especially perspective for chalcophyle elements and named here "comatiite-tholeiitic" one. Its magmatites are perspective for sulphide ores and may be considered as a source of endogenic matter enriched in chalcophyle metals being a supply for sedimentation realm, where metalliferous deposits and ferromangane sian nodules are formed.

СТАРИЦЫНА Г.Н., ТОМАНОВСКАЯ Ю.И., ТАБУНОВ С.М., Всесоюзный научно-исследовательский ин-т геологии и минеральных ресурсов Мирового океана, г.Ленинград, СССР

МАГМАТИЗМ МЕЗОЗОЙСКИХ РИФТОГЕННЫХ СТРУКТУР ТИХОГО ОКЕАНА И ЕГО РОЛЬ В ОКЕАНСКОМ РУДОГЕНЕЗЕ

Линейные полосовые магнитные аномалии западной части Тихого океана обычно трактуются с позиции гипотезы тектоники плит как начальная стадия формирования океанической коры, в итоге которой к позднему неогену образовалась рифтогенная структура Восточно-Тихоокеанского поднятия (ВТП). Авторы же рассматривают меловые структуры как самостоятельные образования, являющиеся реликтами древних рифтогенных структур (Феникс, Магеллановая, Японская, Гавайская, Фараллон). Они образуют различно ориентированные протяженные пояса, характеризуются высокоскоростным сейсмическим разрезом, но лишены повышенного теплового потока и мелкофокусных землетрясений в связи с завершением рифтогенеза. Магматитам всех рифтогенных структур океанов свойственны общие черты: мощный разрез вулканитов с горизонтами пиллоу-лав, вулкано-интрузивные ассоциации, низкокалиевая высокомагнезиальная специализация родоначальных магм, обедненность Zr, Th, Ta, Hf. Уникальность же магматитов мезозойских рифтогенных структур выражается в их обогащении железом и относительном обеднении глиноземом при сохранении повышенной магнезиальности; в наличии дифференциального ряда пород промежуточного состава между базальтами и гипербазитами; в анти-

дромной направленности дифференциации. Присутствие в них хромита (тогда как в базальтах ВТП магнезиохромита) и магнезиальных стекол свидетельствует о примитивном составе магмы и ее глубоких уровнях зарождения. Все это позволяет отнести магматиты древних рифтогенных структур к особой формации, перспективной на халькофильные металлы, которую мы называем коматиит-толеитовой. Магматиты этой формации перспективны на сульфидные руды и могут рассматриваться как источник эндогенного вещества, обогащенного халькофильными металлами, которое привносится в сферу седиментогенеза, где образуются металлоносные осадки и ЖМК.

ŠTELCL J., WEISS J., Brno University, Czechoslovakia

GENESIS OF GRANITOIDS IN THE SOUTH-EASTERN MARGIN OF THE BOHEMIAN MASSIF

The problem of intracrustal contact of the Central European Epivarian platform and the Alpidic system was solved on the basis of criteria of comparing acidic intrusive rocks of Asyncic age with analogical bodies of the Bohemian Massif. The crystalline fundament of the south-eastern part of the Bohemian Massif is represented by the Brno Massif which forms a very old barrier for the subsequent events of younger tectogens in Central Europe. The most frequent rocks of the Massif are granitoids whose evolution was affected by contamination with the rocks the crystalline mantle. Subsequent metasomatic processes are documented by the microclinization of feldspars and some information following from the study of accessory minerals. From the point of view of petrochemical correlations granitoids of the Brno Massif differ from the other granitoids of the Bohemian Massif. The position of the Bohemian Massif is relatively peculiar in the correlation picture of the Western Carpathians and the Bohemian Massif, in which the plutonites of the Western Carpathians are by their chemism closer to Prevarian than to Varian rocks of the analogical bodies of the Bohemian Massive. The chemism of granitoids of the Brno Massif is different in, say, contents of MgO, CaO, Al_2O_3, which again confirms the complication of their genesis. Of interest is Mo-mineralization, bound to dynamometamorphically activated granitoids affected by intense alteration. In places it is connected with quartz veins in which nests of molybdenite are found, with subordinate pyrite, chalcopyrite and galenite.

СТЕФАНОВА М.Т., Софийский университет, геолого-географический факультет, г.София, НРБ

ПЕТРОХИМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ МАГМАТИЗМА НА ТЕРРИТОРИИ БОЛГАРИИ

В работе рассмотрены петрохимические особенности более 2000 составов полевошпатовых магматитов, принадлежащих к магматическим формациям геосинклинального и орогенного режима, выделенным Димитровой и др. Метод петрохимической интерпретации разработан автором и основывается на атомных соотношениях петрогенных элементов. Прослежены петрохимическая эволюция магматизма при переходе от стадии компенсированного прогибания к инверсионной стадии и к эпигеосинклинальному режиму, внутри групп формаций, образовавшихся в одной и той же геотектонической стадии, но разного возраста; пространственная эволюция химизма внутри отдельных формаций; а также наиболее общая петрохимическая эволюция магматизма от палеозоя к палеогену-неогену и от севера (Стара-Планина) к югу (Среднегорье, Родопы). В качестве типоморфных петрохимических особенностей магматитов разного возраста и формационной принадлежности выявлены смещение первичных соотношений петрогенных элементов в результате метасоматоза; частичное или полное перерождение магматизма в результате контаминации; фациальная изменчивость гранитоидов с учетом отношения потенциальных щелочных полевых шпатов и анортита, отношения K/Na, количества нормативного кварца и др.; обогащенность потенциальной анортитовой составляющей, степень меланократовости и относительная насыщенность кремнием составов габбро и базальтов; степень и характер щелочности, определяемые дефицитом кремния и(или)алюминия по отношению к щелочам, присутствием потенциального анортита и количеством фемических компонентов и др. Показаны некоторые преимущества использованных петрохимических параметров при изучении эволюции химизма по сравнению с широко применяемыми статистическими оценками весовых содержаний окислов и диаграммой SiO_2 - Na_2O+K_2O.

CAROL STRUTINSKI, Geological Enterprise of Prospection and Exploration "Banat", Caransebes, Romania

SOME ASPECTS REGARDING THE GENESIS OF APLITES

Based on the investigations regarding the occurrence, structural features and mineralogical composition of aplitic rocks associated with granodioritic intrusive bodies, the hypothesis is substantiated according to which the aplites represent the product of "bleeding" of the above mentioned intrusions, during their latest stage of

crystallization, when discontinuity surfaces (fault planes, fissures, contacts with intruded rocks) are already to be expected within these bodies. The initiator of the process might be some kind of hydrothermal solution which produces a partial solving of the granodioritic assemblage (mainly potassium feldspar and quartz being involved) and the directioning of the leached components towards the discontinuity surfaces, which correspond to the places of lowest free energy. Along these surfaces migration and/or redeposition of the secreted material takes place, giving birth to the aplitic rocks. Depending on the specific conditions under which crystallization proceeds, micropegmatitic, spherulitic, microgranular (aplitic s.str.) or banded structures occur. The observation data do not support the aplitic rocks from bordering intrusions to be regarded as "cooled margins" of the latter.

CAROL STRUTINSKI, MARIA PAICA, Geological Enterprise of Prospection and Exploration "Banat", Caransebeş; NICOLAE POP, Institute of Research and Designing for Non-Ferrous Ores, Baia Mare, Romania

CHLORITIZATION OF BIOTITES AND ITS BEARING ON THE K-AR AGES OF SOME UPPER CRETACEOUS MAGMATITES FROM THE POIANA RUSCA MASSIF

K-Ar age determinations on Upper Cretaceous intrusions from Poiana Ruscă revealed the inverse proportionality between the K-content of biotites and the calculated ages. As the K-content of biotites is a function of their degree of chloritization, it must be admitted that through chloritization potassium is leaving the biotite lattice more rapidly than ^{40}Ar, which leads to a relative concentration of the latter and therefore to older ages as chloritization is more intense. This tendency is obvious down to contents of about 4% K, beyond which a rapid decrease of the ^{40}Ar-content is noticed. The relative inertia of ^{40}Ar might be caused by its decreasing pressure within the biotite lattice, as a consequence of the tendency of biotites to increase their volume through chloritization. The rapid decrease of ^{40}Ar in the intensely chloritized biotites could be due to the appearance of minute fissures in the stressed bordering zones. Such interpretation of biotite age sequences seems to be valid whenever geologic bodies are involved which were not affected by thermal events, after the time of their formation. One might conclude that those ages obtained for the most unaltered biotites are to be ragarded closest to the real age, of which they represent an acceptable upper limit.

STRYDOM D., University of the Orange Free State, Bloemfontein, Republic of South Africa

A STRUCTURAL STRATIGRAPHIC STUDY OF PART OF HIGHLY DEFORMED PROTEROZOIC METASEDIMENTARY AGGENEYS-TYPE ROCKS OF THE NAMAQUA MOBILE BELT, SOUTH AFRICA

Results obtained by structural-stratigraphic mapping of metasedimentary and metavolcanic rocks of the Bushmanland Group indicates that low angle thrust and recumbent fold tectonics were important in this region.

These newly recognised structures were identified after determination of the polarity in stratigraphic units with clearly distinguisable lithologies. The rocks were mapped as formations of the Khurisberg-, Nab-, and Haib Subgroups of the Bushmanland Group. The area is further characterised by the presence of large synforms and antiforms on a scale of 10 to 50 km of which the Geselskapbank structure is the most prominent. A nappe consisting of aluminous gneiss overlies the aboveunits within the Geselskapbank synform.

The movement of the major thrusts was towards the south-west, involving large distances of displacement; this caused juxtaposition of granulite facies rocks against those of medium grade. The results of the investigation of the Geselskapbank region reported in this paper, is expected to be of key significance in the construction of palinspastic models of the Namaqualand-Bushmanland region, which will be attempted in the future.

SU LIANGHO, Wuhan Institute of Geology, Wuhan of Hubai Province, China

SEVERAL LOCALITIES IN CHINA WHERE IRON ORE DEPOSITIES FORMED BY ORE MAGMA ARE POSSIBLE

The discovery of the eruption of the "magnetite flow" in El Laco, Chile, in 1958, iron ore deposits of ore magma origin are draw attention in China. Meishan iron ore deposit is situated at the suburb of Nanjing, the provincial capital of Kiangsu. Here a huge block of magnetite is seen intruding between a subvolcanic andesite and a pyroxene amphibole porphyrite. They are Cretaceous in age. The contact between the iron ore and the igneous rocks is mainly sharp and clear, without gradation. Andesitic breccia is seen on top of and at the border of the ore body, presumably as a result of gas pressure during the intrusion of the ore magma. Gas bubbles are numerous within the ore body. Some of them take elongate form, showing flowage when the ore was unconsolidated. The main mineral-association of the ore is apatite-diopside-magnetite, and the igneous rocks are

more or less alkaline. We have designed experiments on the quaternary system apatite-diopside-nepheline-wustite at 1400°C, and areas of two immiscible liquids are found in this system. The Daye iron ore deposit of Hubei province is another deposit possibly of ore magma origin. The deposit is genetically related with Triassic diorite intrusion. According to the associated minerals. We designed experiments on the quaternary system fluorphlogo-pitediopdide-albite-wustite at 1250°C. Within this system two immiscible liquids have been found also. The fact that an iron rich liquid can be coexisting with a silicate rich liquid at high temperature means that the possible coexistance of iron ore with igneous rocks on cooling.

SUN SHEN-SU, Bureau Mineral Resources, Canberra, Australia

SOME GEOCHEMICAL CONSTRAINTS ON MANTLE EVOLUTION MODELS

Chondritic ratios among refractory lithophile elements (Al, Ca, Ti, Zr, Y, Hf etc) and constant TiO_2/P_2O_5 ($10^{\pm}1$) are commonly found in fertile mantle derived mafic and ultramafic magmas and nodules of different ages. Sm-Nd and Lu-Hf isotopic systematics also suggest a near chondritic history in mantle sources of Archaean magmas. These data suggest that Earth's mantle has not experienced lunar-mantle type large scale density-controlled mineralogical - chemical differentiation during core formation.

Large scale isotopic heterogeneity observed in MORB and ocean island basalts are most likely generated by different mantle processes. Combined major element (ΣFeO) and Sr, Nd, Pb and He isotopic criteria indicate at least six mantle components can be defined: 1. MORB source derived from the convective upper mantle depleted in incompatible elements. 2. Hawaiian plume source derived from lower mantle with close to primitive mantle composition. $^{206}Pb/^{204}Pb \sim 17.8$, $^{87}Sr/^{86}Sr \sim 0.704$, $\varepsilon Nd \sim 0$, $^{3}He/^{4}He \sim 20\text{-}50$ x air ratio. 3. Gough-Kerguelen-Tristan da Cunha type mantle possibly derived from metasomatized and reactivated or recycled tectosphere. $^{206}Pb/^{204}Pb \sim 18.4$, $^{87}Sr/^{86}Sr \sim 0.7053$ $\varepsilon Nd \sim -1$, $^{3}He/^{4}He \sim 5$ x air ratio. 4. Azores plume source derived from refractory recycled mantle material below MORB source at uncertain depths. 5. St Helena type mantle source with very high $^{206}Pb/^{204}Pb \geq 21.0$, but very low $^{87}Sr/^{86}Sr \leq 0.7029$, $\varepsilon Nd \sim +5$. 6. PLA (Planetary Lead Atlantic) type source with $^{206}Pb/^{204}Pb$ similar to St Helena type but have considerably higher $^{87}Sr/^{86}Sr > 0.704$, $\varepsilon Nd \sim 0(?)$.

SVETOV A.P., GOLUBEV A.I., GORKOVETS V.Ya., HEISKANEN K.I., Institute of Geology of the Karelian Branch of the USSR Academy of Sciences, Petrozavodsk, USSR

PRECAMBRIAN VOLCANISM IN THE EASTERN PART OF THE BALTIC SHIELD (PALEOVOLCANOLOGY, GEODYNAMICS, GEOLOGICAL EFFECT)

Periodization of volcanic paroxysms and sedimentation stages in the eastern part of the Baltic Shield, paleovolcanological zonation, reconstruction of lava-volcanoclastic fields and volcano-tectonic

structures, variations in the volume of volcanic series and subvolcanic intrusions and the arrangement of subvolcanic structures are all indicative of a decline in the geological effect of volcanism from the epoch of initiation and development of greenstone belts (3.5 - 2.6 b.y.) to the epochs in which the sedimentary-volcanogenic mantles of the epi-Archean protoplatform (2.3 - 1.6 b.y.) and those of the ancient epi-Karelian platform (1.6 - 0.57 b.y.) were formed. The stage, at which Upper Archean greenstone belts developed, corresponded to intense dacite-thyolitic, komatiite-basaltic and dacite-andesitic volcanism with iron-siliceous and pyrite ore formation and comagmatic intrusions. The geological effect of volcanism in Karelia is 154 000 km^3 and 50 000 km^3 of sedimentary rocks. The orogenic period of magmatic activity is related to the rhyolitic and andesitic-basaltic volcanism in the central and marginal grabens of arched uplifts. The amount of the volcanogenic rocks formed in Karelia is 58 000 km^3 and that of terrigenous-clastic is 25 000 km^3. Protoplatform areal, chiefly basaltic volcanism with copper sulphide and titanomagnetite ore formation at the margins of epicontinental basins later gave way to basaltic and picrite-basaltic volcanism of autonomously developing volcano-tectonic depressions and rift-like structures. The amount of volcanogenic rocks is 30 000 km^3 and that of sedimentary rocks is 180 000 km^3. Outflow of basalt (5 000 cubic metres) showing high alkali, iron and titanium content that took place in the marginal grabens observed in the southern extremity of the shield in the course of continental sedimentation (20 000 cubic metres) were indicative of platform volcanism. Volcanic areas were found to shift towards volcano-tectonic structures and to migrate towards the margins of the shield. These events add to our knowledge of the geotectonic evolution of the Baltic Shield.

СВЕТОВ А.П., ГОЛУБЕВ А.И., ГОРЬКОВЕЦ В.Я., ХЕЙСКАНЕН К.И., Ин-т геологии Карельского филиала Академии наук СССР, г. Петрозаводск, СССР

ДОКЕМБРИЙСКИЙ ВУЛКАНИЗМ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО ЩИТА (ПАЛЕОВУЛКАНОЛОГИЯ, ГЕОДИНАМИКА, ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ)

Периодизация вулканических пароксизмов, этапов осадконакопления восточной части Балтийского щита, палеовулканологическое районирование, реконструирование лавово-вулканокластических полей, вулкано-тектонических структур, вариации объемов вулканических серий и субвулканических интрузий, размещение субвулканических построек свидетельствуют о спаде напряженности и геологического эффекта вулканизма от эпохи становления и развития зеленокаменных поясов (3,5-2,6 млрд. лет) к эпохам формирования осадочно-вулканогенных чехлов эпиархейской прото-

платформы (2,3-I,6 млрд. лет) и древней эпикарельской платформы (I,6-0,57 млрд. лет). Этапу развития верхнеархейских зеленокаменных поясов соответствовал напряженный дацит-риолитовый, коматиит-базальтовый, дацит-андезитовый вулканизм с железисто-кремнистым и серно-колчеданным рудообразованием и внедрением комагматических интрузий. Геологический эффект вулканизма в Карелии составил I54 тыс. км^3 и 50 тыс. км^3 осадочных пород. С орогенным периодом магматической активизации сопряжен риолитовый и андезит-базальтовый вулканизм центральных и краевых грабенов сводовых поднятий. Объем сформированных в Карелии вулканогенных пород составил 58 тыс. км^3 и терригенно-обломочных 25 тыс. км^3. Протоплатформенный ареальный, преимущественно базальтовый, вулканизм с медно-сульфидным и тетаномагнетитовым рудообразованием краевых частей эпиконтинентальных бассейнов в последующем сменился базальтовым и пикрит-базальтовым вулканизмом автономно развивавшихся вулкано-тектонических депрессий и рифтоподобных структур. Объем вулканогенных пород составил 30 тыс. км^3 и I80 тыс. км^3 осадочных. Платформенный вулканизм проявился исключительно излияниями базальтов (5 тыс. км^3) с повышенной щелочностью, железистостью и титанистостью в краевых грабенах южной окраины щита в ходе континентального осадконакопления (20 тыс. км^3). В геотектонической эволюции Балтийского щита отмечается направленное смещение вулканических ареалов в вулкано-тектонические структуры и их миграция к окраинам щита.

TAN YUNJIN, Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, Yichang of Hubei Province, China

THE GEOCHEMICAL TYPE OF CRUSTAL-TYPE MAGMATIC GRANITES IN NANLING OF CHINA AND THEIR FORMATIONAL CONDITIONS

1. According to study the geological-geochemical characteristics of the crustal-type magmatic granites in Nanling, China, author consideres that, they can be divided into two geochemical types they'll be named the biotite-muscovite type and the biotite-lipidolite type, respectively. 2. The main differents between biotite-muscovite type and biotite-lepidolite type show that, content of the rock-formational elements and rare elements, characteristic accessory mineral association, composition of the rock-formation minerals, and the geochemical characteristics of mineralization genetic relation with these granites. 3. However, these two geochemical types of granites are the crystallization products of the remelt granitic magma from the crustal source, but their source rocks have obvious differ-

ences in the age, the geotectonic position, the lithological characteristic, the metamorphic grade, the oxidation-reduction potential during their sedimentation, and degree affected by the mantle with the difference of crustal thickness in the distinct region. So two geochemical type of granites have been producted.

TARNEY JOHN, WEAVER BARRY L., Department of Geology, University of Leicester, Leicester, UK

TRACE ELEMENT GEOCHEMISTRY OF OCEANIC BASALTS AND MANTLE SOURCE HETEROGENITY

A considerable number of ocean basalt samples are now available as a result of dredging and drilling operations over the last decade, particularly in the North Atlantic and eastern Pacific. Detailed geochemical studies employing precise major and trace element determinations have shown that there is a wide variation in trace element composition, not only along the ridges, but also along mantle flow lines perpendicular to the ridge, and even with depth in the ocean crust. Not all of this variation results from the physical processes of magma generation (partial melting and fractional crystallisation) and much reflects chemical inhomogeneity in the mantle source. Some consistent regional trace element patterns emerge which enable constraints to be placed upon the nature and scale of heterogeneity and on the types of processes involved. Heterogeneity occurs on widely different scales and three or more components are required to explain the observed trace element patterns. A model invoking veining of a variably depleted MORB source by one or more enriched components is most compatible with the available data.

TAUSON L.V., A.P.Vinogradov Institute of Geochemistry of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Irkutsk, USSR

ON THE TYPIFICATION OF MAGMATITES AND THEIR POTENTIAL ORE CONTENT

The potential orebearing of magmatic rocks is determined by the geochemical type of the initial rock and the process conditions of crystallization and emanation differentiation at their formation. The geochemical type of magmatic rock is understood as a rock group with a common condition and way of formation reflected in their confinement to definite geodynamic situations, similarity of chemical, trace-element and mineral composition and also in the formation under similar geological conditions of ore-magmatic systems close upon the potential orebearing. Distinguished are twelve geochemical granitoid types and eight geochemical basite types. The first four geochemical granite types are formed as a result of magma differentiation of the basic and median compositions: the plagiogranites of the tholeiitic series, granites of the andesitic series, granitoids of the latitic

series and agpaiitic raremetal granites. The following four types are representatives of palingenic granitoids:granitoids of the calcareous--alkaline series, plumasitic raremetal leucogranites, granitoids of the alkaline series and alkaline raremetal granites. The latter four geochemical types belong to the group of ultrametamorphic granitoids: enderbites, charnockites, rapakivi and especially ultrametamorphic granitoids. Among basites are distinguished anorthosites, komaiitic basaltoids, oceanic and continental tholeiitic basalts, Na- and K-alkaline basalts, andesitic and latitic series. With a maximal potential orebearing are hypabyssal and subvolcanic intrusions of basaltoids of the latitic and andesitic geochemical series and also hypabyssal intrusions of plumasitic raremetal leucogranites, agpaitic raremetal granites, palingenic granitoids of the calcareous-alkaline series and alkaline raremetal granites. The proposed typification system of magmatites makes it possible to better mapping magmatogenic geochemical dispersion fields and to more reliably restore the geodynamic situation and their formation and also to realize a regional and local metallogenic prediction.

ТАУСОН Л.В., Ин-т геохимии им. А.П.Виноградова СО Академии наук СССР, г.Иркутск, СССР

ТИПИЗАЦИЯ МАГМАТИТОВ И ИХ ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ РУДОНОСНОСТЬ

Потенциальная рудоносность магматических горных пород определяется геохимическим типом исходных пород и условиями протекания процессов кристаллизационной и эманационной дифференциации при их образовании. При этом под геохимическим типом магматических горных пород предлагается понимать группу пород, характеризующихся общностью условий и способа образования, что находит отражение в их приуроченности к определенным геодинамическим обстановкам, сходстве химического, редкоэлементного и минерального составов, а также в формировании в сходных геологических условиях рудно-магматических систем, близких по потенциальной рудоносности. Выделяется двенадцать геохимических типов гранитоидов и восемь геохимических типов базитов. Первые четыре геохимических типа гранитов образуются в результате дифференциации магм основного и среднего составов: плагиограниты толеитового ряда, граниты андезитового ряда, гранитоиды латитового ряда и агпаитовые редкометальные граниты. Следующие четыре являются представителями палингенных гранитоидов: гранитоиды известково-щелочного ряда, плюмазитовые редкометальные лейкограниты, гранитоиды щелочного ряда и щелочные редкометальные граниты. Последние четыре геохимических типа

относятся к группе ультраметаморфических гранитоидов: эндербиты, чарнокиты, рапакиви и особенно ультраметаморфические гранитоиды. Среди базитов выделяются анортозиты, коматиитовые базальтоиды, океанические и континентальные толеитовые базальты, Na- и K- щелочные базальты, андезитовая и латитовая серии. Максимальной потенциальной рудоносностью обладают гипабиссальные и субвулканические интрузии базальтоидов латитовой и андезитовой геохимических серий, а также гипабиссальные интрузии пломазитовых редкометальных лейкогранитов, агпатитовых редкометальных гранитов, палигенных гранитоидов известково-щелочного ряда и щелочных редкометальных гранитов. Предлагаемая система типизации магматитов позволяет лучше картировать магматогенные геохимические поля рассеяния, более надежно восстанавливать геодинамические обстановки и их образования, а также осуществлять региональное и локальное металлогеническое прогнозирование.

TAYLOR J.R. and WALL V.J., Department of Earth Sciences, Monash University, Clayton, Victoria, Australia

THE MOBILISATION OF TIN FROM GRANITOID MAGMAS

Understanding the evolution of magmatically derived tin deposits requires quantitative evaluation of the physicochemical constraints on the extraction of tin from granitoid magmas and its subsequent hydrothermal transport. We report our experimental investigations on melt-aqueous phase tin partitioning and the solubility of cassiterite in high temperature hydrothermal solutions. Such data enables modelling of the magmatic-hydrothermal transition in the development of tin mineralisation.

Partitioning experiments (700-800°C, 1-3 kb), examined the distribution of tin between haplogranite melts and an aqueous phase (0-8 molal (Na + K)Cl) over a range of oxygen fugacities (QFM - 1 log unit to Hm/Mt - 1 log unit), utilizing a double Au capsule method. $K_{Sn}^{VAPOUR/MELT}$ increased strongly with increasing chloride molality and also with decreasing fo_2 in the higher range. The solubility of SnO_2 in NaCl/KCl bearing fluids coexisting with albite/k'spar-sillimanite-quartz also increases markedly with chloride molality, with an fo_2 and pH dependence which suggests the predominance of Sn^{2+} hydroxy-chloro complexes. These results attest to the efficacy of tin mobilisation and transport by acid, chloride bearing fluids under high temperature, relatively reducing conditions.

Using models based on natural systems, such fluids, generated by resurgent boiling, can account for economic tin enrichment. Adequate concentrations and quantities of tin may be extracted from comparatively common granitic compositions or more effectively from geochemically fractionated variants. SnO_2 deposition from the magmatic aqueous phase is favoured by decreasing temperature, decreasing acidity or increasing fo_2.

TCHOUNEV DIMITER., Inst. Geol. Academia de Ciencias de Bulgaria; TALAVERA CORONEL FABIO., ECHEVARRIA BIENVENIDO., Inst. Geol. y Pal. Academia de Ciencias de Cuba; IANEVA IOVKA., IANEV SLAVCHO., Inst. Geol. Academia de Ciencias de Bulgaria

VOLCANISMO CRETACICO DE LA REGION CIEGO DE AVILA/CAMAGUEY/LAS TUNAS, CUBA

El corte volcanógeno sedimentario consta de dos grupos de secuencias: flysch-volcanógeno (tefroide) y molasa volcanógena. La evolución del volcanismo se ha dividido en cuatro fases. La primera, submarina con rocas básicas y medio básicas, frecuentemente subalcalinas, concluye con una subfase ácida subalcalina. La segunda, ubicada en una zona de mayor complejidad tectónica y sedimentación molásica, presenta una actividad volcánica submarina (al parecer en aguas menos profundas) y de carácter medio-básico. La tercera fase, de carácter medio-básico. La tercera fase, de carácter ácido escasi completamente subaérea. La cuarta fase, marca el final de la actividad volcánica y está representada por pequenos cuerpos cortantes con rocas medio-básica. La región se considera como arco volcánico insular. Durante la investigación se aplican métodos geomatemáticos para la sistematización y generalización de los datos recolectados, que pueden servir de base para futuras comparaciones con otras áreas Se presentan los criterios de identificación y clasificación elaborados para la región en estudio.

TISCHENDORF G., PÄLCHEN W., RÜLLIG G., LANGE H.,
VEB Kombinat Geologische Forschung und Erkundung Halle,
Zentrales Geologisches Institut, Berlin, DDR

ZUR FORMATIONELLEN GLIEDERUNG DER GRANITOIDE DER DDR

Die Granitoide am Nordrand der Böhmischen Masse sind hauptsächlich auf die Saxothuringische Zone (Erzgebirge, Lausitzer Block, Mitteldeutsche Kristallinzone) konzentriert. In der Rhenohercynischen Zone (Harz) ist der Anteil von Graniten gering.
Nach ihrem geologischen Alter werden die Granitoide zu drei Formationsserien zusammengefaßt: 1-proterozoische (cadomische), 2-frühpaläozoische ("perikaledonische"), 3-spätpaläozoische (variszische, Serie. Innerhalb dieser Formationsserien werden nach der geologisch-tektonischen Position sowie nach stofflichen Kennzeichen insgesamt neun Granitoidformationen ausgegliedert.
Die einzelnen Formationen werden petrographisch, mineralogisch und

geochemisch charakterisiert. Es bestehen deutliche Beziehungen zwischen der geotektonischen Position, dem inneren Bau der Granitoidkomplexe und ihren petrographisch-geochemischen Besonderheiten. Die synorogenen batholithischen Granodiorit-Granit-Komplexe sind durch höhere Mafitgehalte, eine höhere Basizität der Plagioklase und einen höheren Mg-Gehalt der trioktaedrischen Glimmer gekennzeichnet. Dementsprechend sind auch die Gehalte an basaltophilen Spurenelementen (Ni, Cr, V, Ti) größer als in postkinematischen Graniten. Lineamentnahe Granitoidkomplexe lassen eine monzonitische Tendenz erkennen und zeichnen sich durch erhöhte Konzentration an intermediären Spurenelementen (Ba, Sr, Zr) aus. Insgesamt zeigt sich, daß die formationell bedingten Unterschiede im Stoffbestand der Granitoide deutlich gegenüber den durch das absolute Alter bedingten dominieren.
Deutliche Beziehungen zur endogenen Metallogenie sind nur bei postkinematischen variszischen Granitkomplexen erkennbar (polymetallische Gangmineralisationen, Sn-W-Mineralisationen).
Die geologisch-strukturellen und substantiellen Merkmale der meisten Granitoide weisen auf ihre Entstehung aus anatektischen Schmelzen krustaler Herkunft hin. Die stofflichen Eigenschaften der Granitoide ihre geochemische Spezialisierung und ihre metallogenetische Potenz werden hauptsächlich durch das Entstehungsniveau der Schmelzen, ihren Intrusionsweg und die Bedingungen der Platznahme kontrolliert.

TOSELLI ALEJANDRO e INDRI DANTE, Facultad Ciencias Naturales, Univ. Nac. Tucumán, Argentina

VULCANISMO ORDOVICICO ESPILITICO - RIOLITICO EN EL NOROESTE DE ARGENTINA

La región oeste y noroeste de Argentina fue afectada por un importante ciclo tectónico que se inició en el Cámbrico superior, alcanzó su máximo desarrollo regional durante el Ordovícico y se extendió hasta el Devónico medio-superior. El mencionado ciclo denominado Famatiniano, que en su transcurso tienen lugar fenómenos de deposición, metamorfismo y plutonización tanto en las cuencas sedimentarias como en el cratógeno Central. Este ciclo alcanza su mayor expresión en la Sierra de Famatina y en la Puna; allí está representado por una potente secuencia pelítica - arenosa fosilífera con intercalaciones vulcaníticas. En el mismo se pueden reconocer varias fases orogénicas y en sentido amplio es equiparable al Ciclo Caledónico del hemisferio norte.
En la sierra de Famatina, por sobre los niveles con Dictyonema flabelliforme, se observa una secuencia sedimentaria pelítica-arenosa y calcárea con una fauna fósil integrada por graptolites, trilobites, moluscos y braquiópodos, la cual caracteri-

za un ambiente de plataforma algo distante al borde occidental del Cratógeno Central. Esta serie sedimentaria está acompañada por un evento efusivo representado por andesitas, dacitas, traquitas y riolitas, con sus respectivas brechas y tobas asociadas. Al norte del Famatina, ya en la provincia de Catamarca, se verifica que el ciclo efusivo tiene vigencia hasta el límite Ordovícico inferior-medio.
En la Puna los niveles basales correspondientes al Ciclo Famatiniano pertenecerían a un paleoambiente de plataforma marina, con estratos conteniendo Parabolina argentina. La franja occidental de esta región, hasta el límite con Chile, muestra un ambiente más profundo con faunas de graptolites. Esta secuencia de sedimentitas y metapelitas fosilíferas se encuentra intercalada con vulcanitas correspondientes a la asociación espilíta-queratófiro. Estas rocas volcánicas están asociadas con sedimentos tobáceos, volcaniclásticos y flujos de cenizas tobáceas. Asimismo, se observa el desarrollo de cuerpos de características subvolcánicos de composición riolíta-riodacítica, similares a los reconocidos en la sierra de Famatina. Observaciones generales sobre los flujos de cenizas tobáceas tenderían a relacionarlas con períodos de alivio de esfuerzos de fallas directas. En general el magmatismo espilítico de la Puna, pertenece a una asociación temprano orogénica; mientras que la asociación andesita-riolita, característica de los últimos períodos de la orogenia, se encuentra en ambas regiones.

TOSELLI ALEJANDRO e INDRI DANTE, Facultad Ciencias Naturales, Univ.Nac.Tucumán, Argentina

PLUTONISMO FAMATINIANO DEL SECTOR ORIENTAL DE SIERRAS PAMPEANAS NOROCCIDENTALES - ARGENTINA

El plutonismo Famatiniano cuenta con amplios registros en el sector oriental de Sierras Pampeanas Noroccidentales. Forman parte del mismo, cuerpos graníticos de distintos tipos, algunos de dimensiones batolíticas. Tales intrusiones se encuentran en metamorfitas de bajo a mediano grado, con desarrollo de aureolas térmicas de variada amplitud. La fase sintectónica de este ciclo magmático, tiene su mayor desarrollo en la sierra de Ancasti, y corresponde al Ordovícico inferior. Estas intrusiones son de composición granodiorítica y cuarzo-diorítica, de estructura esquistosa y con anfibol como accesorio. Cuerpos de características tardiotectónicas de composición granítica-granodioritica, tienen lugar en el extremo norte de la sierra de Quilmes durante el Ordovícico inferior a medio. Un conjunto de cuerpos postectónicos, con edades entre el Ordovícico medio y el Silúrico inferior, integran un extenso batolito que abarca desde la sierra de Laguna Blanca en el norte hasta la sierra de Velasco en la provincia de La Rioja, y desde las sierras de Fiambalá, Zapata y Copacabana hasta el Aconquija. El más extenso de ellos es el Granito Capillitas, ubicado en la sierra homónima y en la porción sudoeste del Aconquija. Lo componen granitos, granodioritas y tonalitas, representadas en tres

fases principales: una equigranular y dos porfíricas, que se distinguen por el tamaño de los fenocristales. Una característica mineralógica de estos, es la presencia de cordierita, sillimanita y andalucita, que representaría incorporación de material de corteza. Otros plutones postectónicos, que merecen ser citados, ocurren en la sierra Brava y en la región centro norte del cordón de Ancasti; corresponden, principalmente, a granitos y granodioritas equigranulares de biotita-muscovita.

TOSELLI ALEJANDRO y OYARZABAL FELIX, Facultad Ciencias Naturales, Univ. Nac. Tucumán, Argentina

RELACIONES ENTRE LA SEDIMENTACION Y LOS CICLOS METAMORFICOS DEL PALEOZOICO INFERIOR

Las rocas pampeanas con edades de sedimentación Precámbrico superior - Cámbrico inferior y rangos metamórficos que no sobrepasan el bajo grado, han dado origen en muchos lugares a rocas de mediano y alto grado durante el Ciclo Famatiniano, (Cámbrico superior - Devónico).

La composición litológica original de estas rocas corresponde a sucesiones arenosas y limosas y en mucha menor proporción calizas y conglomerados, que durante la Orogenia Pampeana alcanzaron probablemente el rango biotita.

Estas rocas que en su gran mayoría corresponden a la Formación Puncoviscana se ubican en distintas localidades del NW.

En el extremo norte de la Sierra de Quilmes se observa la transición de estas rocas a otras de mediano grado, esquistos y gneises cordieríticos, probablemente de edad Famatiniana.

Rocas Pampeanas se encuentran también en el sector norte de las Cumbres Calchaquíes extremo austral de Sierras Subandinas y hacia el norte en el ambiente de Cordillera Oriental. Se puede mencionar también en la Sierra de la Ovejería la Formación Suncho, que aunque separada del contexto antes mencionado, sería equivalente a la Formación Puncoviscana de acuerdo a su contenido paleontológico.

Estas rocas sufrieron los efectos de la Orogenia Famatiniana que fue más intensa que la anterior. Como consecuencia de esto las rocas pampeanas sufrieron modificaciones tanto mineralógicas como texturales que cambiaron en distinta medida sus caracteres litológicos primitivos, originando una nueva roca metamórfica cuya edad es la de este último evento.

La distribución de las rocas famatinianas cuya edad de sedimentación fue pampeana, abarcaría la Sierra de Quilmes desde la latitud de 26° hacia el sur; la sección austral de las Cumbres Calchaquíes; Sierra de Aconquija y Ancasti. Más hacia el norte, y ya en el ambiente de Cordillera Oriental, encontramos rocas famatinianas de medio grado en los Nevados de Palermo.

Como conclusión podemos decir que exceptuando la última zona mencionada el efecto metamórfico y deformativo del Ciclo Famatiniano fue mucho más marcado en el sector sur de la cuenca pampeana, desde los 26° de latitud sur.

TRAN QUOC HAI, NGUYEN BIEU, NGUYEN NGOC LIEN, Research Institute of Geology and Mineral Resources; NGUYEN XUAN BAO, TRAN TAT THANG, DINH CONG HUNG, Geological Mapping Department, Vietnam

ON THE METAMORPHIC COMPLEX IN VIETNAM

The paper describes the metamorphic complexes figured on the Metamorphic Map of Vietnam, recently compiled at the scale of 1:1,500,000. The regional metamorphic formations are divided into facies and subfacies of low-, intermediate- and transitional- pressure series. The facies and subfacies groups are applied for dividing those formations without pressure-index minerals. The Precambrian complexes are characterized by their unzoning, with the exception of the Paleozoic superimposed metamorphism. The Prekarelian complex is placed into the transitional- pressure granulite facies, the Karelian complexes belong to intermediate - pressure amphibolite facies and the Baikalian ones to the low- temperature greenschist subfacies group. The Paleozoic zonal complexes are divided into intermediate and low-pressure series. The Later-Caledonian metamorphism is characterized by the intermediate-pressure series while the hercynian one is represented by the low-pressure series. The widespread development of Paleozoic superimposed metamorphism that overprinted on the Precambrian formations is emphasized. The importance of Indosinian and Alpine low-grade metamorphism is also affirmed.

TSHIMANGA K., KAPENDA D., KABENGELE M., CARON J.P., KAMPUNZU A.B., LUBALA R.T., Laboratoire de Pétrologie (Géologie), Univ. de Lubumbashi, Lubumbashi, Zaïre; VELLUTINI P.J., Dpt de Géologie, Univ. M. Ngouabi, Brazzaville, Congo

SUR LA NATURE, LA SIGNIFICATION ET L'IMPLICATION GEODYNAMIQUE DU MAGMATISME DE LA CHAINE ANTE-KIBARIENNE AFFLEURANT EN BORDURE DU LAC TANGANYIKA AU NORD-EST DU SHABA (ZAIRE)

Les roches magmatiques du Nord-Est du Shaba (Zaïre) anciennement dénommées "Rhyolites des Marungu" constituent un axe pluto-volcanique approximativement NE-SW, vraisemblablement ante-Kibarien, se prolongeant en Zambie où il est rattaché au "Plateau Series". Dans ce complexe magmatique, les plutonites (gabbros, diorites, tonalites, granodiorites, monzogranodiorites et granites s.s.) dominent largement sur les laves (andésites, dacites, rhyodacites et rhyolites).

Les études pétrographiques, minéralogiques (microsonde) et chimiques (majeurs et traces) permettent d'établir la nature calco-alcaline potassique des séquences plutonique et volcanique. L'évolution au sein des séries semble essentiellement controlée par la cristallisation fractionnée s'opérant sous des pH_2O et des fO_2 relativement fortes.

Les caractéristiques minéralogiques et géochimiques de ce magmatisme permettent de le paralléliser avec celui des marges actives actuelles ; les deux paléo-

plaques en présence étant les cratons archéens du Kasai au Nord et de Bangweulu au Sud. Une zonation chimique spatiale existerait dans cet axe pluto-volcanique. Elle est marquée par une augmentation sensible du K_2O depuis le Sud (Zambie) jusqu'au Nord (Zaïre). Si l'on se réfère aux chaînes phanérozoïques, une telle évolution traduirait :

- soit un approfondissement vers le Nord (ou le Nord-Ouest) de la paléozone de subduction (le craton de Bangweulu étant ainsi la plaque subductée) ;

- soit une variation chimique en fonction du temps ; la série calco-alcaline affleurant en Zambie serait alors la plus ancienne. Dans ce cas, le caractère potassique de ce magmatisme calco-alcalin pourrait être un marqueur d'une collision (naissante) par ailleurs suggérée par les études structurales (DALY, 1983a et b).

Les datations radiométriques en cours permettront de trancher entre ces deux hypothèses.

TSUSUE AKIO, Kumamoto Univ., Kumamoto; MIZUTA TOSHIO and KIM SANG WOOK, Kumamoto Univ., Kumamoto, Japan and Kyungpook Univ., Daegu, South Korea

GRANITIC ROCKS AND ASSOCIATED MINERALIZATION IN SOUTH KOREA

From the distribution of ore deposits and granitic rocks in South Korea, it was thought that the majority of ore deposits in South Korea was formed in Jurassic to early Cretaceous epoch, except for the ore deposits in the Kyongsang basin (KIM, 1971). From recent geochronological data, however, it has been suggested that the majority of ore deposits of granite affinity in South Korea were formed in Cretaceous time, with the exception of Jurassic gold deposits.

Recognition of the importance of chlorine complexing in enhancing the solubility of metal sulfides in aqueous solution has led to the view that the chlorine of intrusive rocks could govern the ability of a magma to separate a metal-rich hydrothermal phase. Relatively high chlorine contents were obtained for apatites, biotites, and amphiboles from the Cretaceous granitic rocks of South Korea, whereas the same minerals from the Jurassic granitic rocks are essentially chlorine-free. If hydrothermal transport of base metals in chloride complexes is accepted, it is suggested that the most of the contact and hydrothermal base metal deposits in South Korea are associated with the Cretaceous granitic magmas. The sulfur isotopic composition of base metal deposits also supports this conclusion.

TWIST D., VON GRUENEWALDT G., Bushveld Research Institute, University of Pretoria, Pretoria, Republic of South Africa

A PRELIMINARY PETROGENETIC MODEL FOR THE VOLUMINOUS ACID VOLCANIC PHASE OF THE BUSHVELD COMPLEX

The 2.1 b.y. old Rooiberg Felsite Comprises volcanic rocks of mainly dacitic to rhyolitic composition which roof and are intruded by the granites and mafic layered rocks of the Bushveld Complex. It is estimated that the unit, which locally exceeds 5 km in thickness, represents an originally erupted volume of at least 300 000 km^3. The remarkable lateral persistence of stratigraphic units and the overwelming predominance of lavas over pyroclastic rock types provide evidence that the Rooiberg Felsite is an unusual and perhaps unique rhyolitic province. Whole rock geochemistry defines complex evolutionary trends in the Rooiberg Felsite. It may be attributed to a smoothly differentiating magma chamber which is affected by periodic inputs at depth and by rapid depletions during major pyroclastic eruptions. The felsites represents less evolved liquids than the Bushveld granites; the genetic link between these phases remains obscure.

UPADHYAY H. D., Northeastern Illinois University, Chicago, U S A , and E. R. W. Neale, Memorial University of Newfoundland, St. John's, Canada

OPHIOLITE SUITES OF WESTERN NOTRE DAME BAY, NEWFOUNDLAND: EXAMPLES OF PALEOZOIC BACK-ARC OCEANIC CRUST DEVELOPED AT CONVERGENT PLATE BOUNDARIES

The plutovolcanic rocks of the Snooks Arm Group (SAG), Western Arm Group, and the Nippers Harbour Complex of western Notre Dame Bay represent various sections of Paleozoic oceanic crust. The SAG, which is best developed of the three, contains a complete ophiolite suite in its lower part (the Betts Cove Ophiolite) and a sequence of alternating pillow lava-sedimentary formations at the upper part. The sheeted dykes and pillow lavas of the Betts Cove Ophiolite consist of high-Mg, low-Ti, calc-alkaline rocks of boninite-komatiite composition. The upper SAG lavas comprise low-to-moderate Mg, high-Ti tholeiites.

Boninites have been dredged from above the Benioff Zones of the Western Pacific (Kuznetsova, 1977); upper-SAG type tholeiites occur in the back-arc basins of the same region (Hawkins, 1976). The SAG, therefore, evolved first through true lateral spreading, which was followed by the emplacement of high-Ti tholeiites into a marginal basin that widened behind an island arc; their eruption was punctuated by the deposition of sedimentary/pyroclastic rocks that derived their debris from an adjacent island arc. The ophiolites of W. Notre Dame Bay exemplify seafloor spreading in a convergent environment that might serve as a model for the evolution of those in Baer Bassit, Hatay, Sarmiento, Semail, Thetford Mines, Troodos, etc.

VAN ASWEGEN G., University of the Orange Free State, Bloemfontein, Republic of South Africa

THE EVOLUTION AND SIGNIFICANCE OF BANDED GREY AND PINK GNEISSES IN PART OF THE PROTEROZOIC NAMAQUA MOBILE BELT, SOUTH AFRICA

The Namaqua belt is the product of two Proterozoic orogenies. Major stratabound base metal deposits have been found and the search for more requires some basic understanding of the supracrustal stratigraphy. This implies distinguishing between banded metamorphites of different origins and ages.
The banded grey and pink gneisses of the Steinkopf area have in the past been interpreted by some as basement to the supracrustals, and by others as the top part of the supracrustal sequence.

Mapping and detailed observations of contact relations, together with structural and chemical analyses have shown that these grey and pink gneisses belong to three orthogneiss units which together form the Gladkop Suite of meta-intrusives. Isotopic data point to a similar age as that of the well known Vioolsdrif granitoids which, together with the Haib volcanites, constitute an early-Proterozoic low-grade tectonic domain within the generally high grade Namaqua belt.

The conspicuous banding (mm, cm and m scale) of the Gladkop gneisses are shown to be secondary, caused by mechanical flattening of primary heterogeneities coupled with metamorphic and metatectic differentiation. The gneisses do not exhibit primary banding. Parallelism between the banding of the gneiss and that of metasedimentary enclaves is explained in terms of tectonic transposition.

Intrusive relations are established on grounds of the recognition of xenoliths and contamination/assimilation effects. The Gladkop gneisses represent a metamorphosed igneous complex, intrusive into the major metasedimentary units of the Steinkopf area; if these units could be positively correlated with the ore-bearing Aggeneys-type metasediments, some 70 km eastwards in Bushmanland, the minimum age of mineralization would be fairly well constrained.

VENKATARAMANA P., BHATTACHARYYA S., GHOSH SIBDAS, CHATTOPADHYAY B., Geological Survey of India, Shillong, India

PETROLOGY AND PETROCHEMISTRY OF NAGA HILIS PART OF INDO-BURMAN OPHIOLITES

The NS to NNE trending Naga Hills ophiolite belt which forms the northern part of the Indo-Burman ophiolites comprises domin ntly metaperidotite with Alpine-type chromite, ultramafic to mafic cumu-

lates, massive gabbro, basic volcanics, minor diabase and oceanic plagiogranite. The cumulates are characterized by rhythmic, cryptic and cyclic layering. Compositionally they vary from dunite-pyroxenite to gabbro and grade into massive or high-level gabbros and comprise dominantly of olivine, clinopyroxene and plagioclase with minor orthopyroxene and hornblende. Olivine (Fe_{95-75}), orthopyroxene (En_{95-80}), clinopyroxene and plagioclase (An_{70-50}) show minor variation from ultramafic to mafic members. The diabasic dykes with characteristic high Fe^t and Al are tholeiitic. Quartzalbite rock with low K_2O, MgO and high Na_2O, TiO_2, FeO^t follow the Tingnuli trend in an AFM diagram and are comparable to oceanic plagiogranites. Volcanics in the Naga Hills which are mostly basic in composition, vary from basalt to basaltic andesite and are distinguishable into high-K alkaline basalts and low-K subalkaline/tholeiitic basalts and basaltic andesites. These are comparable to the dual type characteristic of North-east Indian Ocean floor. In the present paper the tectonomagmatic history of the ophiolite suite and its relation to the south-east Asian ophiolites are discussed.

VERGARA MARIO. Departamento de Geología y Geofísica, Univ. de Chile, Chile

MIOCENIC VOLCANISM ALONG THE CHILE MARGIN (20°S-40°S)

1000 to 6000 m thick miocene (K/Ar 7-22 m.y.) calcalkaline volcanic and volcanoclastic rocks crop out in the chilean Andes between 20°-40°SL. Its variations in thickness, composition and distribution correlate well with the present segmentation of the subducted Nazca plate and changes in crustal thickness. Between 20° and 22°SL this volcanism is composed of high Sr^{87} rhyolitic pyroclastic flows: in this segment the Benioff zone dips about 30° under a 60-70 km thick crust. Between 28°-33°SL, where only minor miocenic volcanism is present, the Benioff zone dips 5-10°. South of 33°S to 40°S the miocenic volcanism is distributed in 3 intermountain ensialic basins filled with andesitic volcanoclastic rocks decreasing in thickness southwards. In this segment the Nazca plate dips 30° and crustal thickness amounts to 50 km, decreasing both southwards. Sr-Pb-Nd isotope data for comagmatic plutonic rocks of this last segment show features similar to some Pacific island arcs. Miocene volcanism is inhomogeneous and was apparently controlled by both a geometry of the Nazca plate similar to the present one and by crustal thickness above the subducting plate.

VERWOERD W.J. University of Stellenbosch, Republic of South Africa

ALKALINE COMPLEXES AND CARBONATITES OF SOUTHERN AFRICA : THEIR TECTONIC CONTROL AND PETROGENESIS

The regional distribution pattern of many carbonatites and related rocks of Africa south of 10° latitude can be related to the opening of the Atlantic and Indian oceans, rather than hot spot activity. A comparison of carbonatite and kimberlite in this region leads to the conclusion that although both rock types are mantle-derived and controlled by intra-plate tectonics, an intimate genetic connection is not likely.

No single mechanism can be invoked to explain the petrogenesis of carbonatites. Whereas excellent petrologic evidence exists for separation by liquid immiscibility of carbonatite melts from carbonated nephelinitic or foyaitic magma in some instances (eg. Okorusu), the well-known Phalaborwa and Swartbooisdrif occurrences are described as examples of two contrasting carbonatite types where this mode of origin does not apply. Initial $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios indicate that the Phalaborwa sövites and pyroxenites crystallized from at least three magmas derived from different mantle sources. The sodalite and analcite-rich beforsites of Swartbooisdrif are also problematic because under appropriate experimental conditions a wide miscibility gap is known to exist between carbonate liquids and silicate liquids containing alkali aluminosilicates. A model is proposed whereby the flow-banded dykes are produced by mixing carbonatite magma with products of metasomatism.

WALTHER Johannes; Mineralogisches Institut der Universität Karlsruhe, BDR

APPLICATION OF A VX-DIAGRAM IN GEOTHERMO-BAROMETRIC INTERPRETATION OF CO_2-H_2O FLUID INCLUSIONS

Inclusions in minerals very often contain CO_2-H_2O fluid mixtures. The minerogenetic interpretation of such inclusions, however, is limited because volume data and phase diagrams suitable for geothermo-barometric interpretations are rather fragmentary in this important system.

A volume-composition diagram of the CO_2-H_2O system is presented here which easily allows:

1. simultaneous determination of compositions and densities in CO_2-H_2O fluid inclusions from homogenizitation temperatures measured in the heating stage.

2. combination of subsolvus and hypersolvus data and thus construction of suitable sections through the four-dimensional PVTX-space, especially isopleth, polychoric PT graphs, necessary for geothermobarometric interpretation of microthermic measurements.

The constructions and properties of the diagrams presented will be discussed and their application in fluid inclusions research demonstrated.

WANG DEZI, ZHOU JINCHENG, Department of Geology, Nanjing University, China

AN AUTOCLASTIC VOLCANIC-INTRUSIVE ROCK AND ITS METALLOGENETIC RELATIONS

In recent years a specific kind of autoclastic volcanic-intrusive rocks has been found in many localities of south-eastern China. These rocks are formed during late Jurassic to early Cretaceous epoch. These specific rocks are considered to be products of late stage volcanism, often constituting volcanic-subvolcanic rock association with autoclastic feature. They look like granite-porphyry, even unequigranular granite, but under microscope nearly all potash feldspar, plagioclase and quartz are broken into fragmentas and than exhibit a typical porphyroclastic texture. In some autoclastic volcanic-intrusive body of large scale, a specific "pearlitic border" around the crystallinoclastic potash feldspar is often found. The autoclastic volcanic-intrusive rocks often occur as volcanic pipe facies, subvolcanic, extrusive. They are commonly distributed around central or fissure crater. The autoclastic volcanic-intrusive rocks are closely related to mineralization of many ore deposits. The important mineralizations are those of U, Sn, W, Mo, Au, Ag, Cu, Pb, Zn, etc.

WANG LIANKUI, ZHU WEIFANG, ZHANG SHAOLI, YANG WENJIN, Institute of Geochemistry, Academia Sinica, Guiyang, China

CLASSIFICATION OF MESOZOIC GRANITES INTO THE SERIES AND TYPES AND THEIR DISTRIBUTION IN SOUTH CHINA

Under the effects of both NE-SW suoduction zone in Pacific Plate and NW-SE in Indian Plate, Mesozoic granites in South China formed wide-

spread granite belts stretching NE-SW and NW-SE trending. They can be divided into two petrogeno-mineralization series. The petrogenetic and mineralized sequences in Series I (Nanling Series mainly from the crust materials) are monzonitic granite→ biotite granite → leucogranite→ granoporphyry, Q-porphyry→ intermediate-basic dikes and REE→ Nb Ta (Li Rb Cs) Be Sn W As→ Cu Zn Pb→ Sb Hg U, respectively. Whereas in Series II (Yangtze Series from deep crust or upper mantle) they are, respectively, pyrexene diorite (rarely gabbro)→ diorite, Q-diorite→ granodiorite, monzonitic granite→ granite→ K-feldspar granite→ granoporphyry, Q-porphyry (or orthophyre, Q-orthophyre)→ intermediate-basic dikes and Fe→ Cu(Au) → Mo(W)→ Zn Pb→ Pb(Ag).

The Series II can be classified into: type II_1 diorite with Fe-mineralization, type II_2 granodiorite with Cu and type II_3 K-feldspar granite with Mo. The Series I can be classified into: type I_1 biotite granite (including leucogranite) rich in mineralization, type I_2 granodiorite or cordierite granite and type I_3 monzonitic granite. In detail, the type I_1 can be divided into: I_{1-1} subtype albite granite with Nb Ta mineralization, I_{1-2} biotite or two mica granite with Σ Y Be W, I_{1-3} biotite granite with ΣY Nb and I_{1-4} biotite granite with Ce.

The Series II granites are usually distributed as linear series along NE-SW deep faults, while part of them also along NW-SE, so they formed netted distribution. The Series I granites, often as batholith, are distributed as linear or arc series and formed a lot of belts becoming younger from northwest to southeast.

WAYNE P. COLLISTON, University Orange Free State, Bloemfontein, Republic of South Africa

THE APPLICATION OF SEDIMENTOLOGICAL AND STRATIGRAPHIC-STRUCTURAL TECHNIQUES AS A MEANS OF UNRAVELLING METAMORPHOSED AND COMPLEXLY DEFORMED PROTEROZOIC ROCKS FROM THE NAMAQUA MOBILE BELT, SOUTH AFRICA

The western portion of the Proterozoic Namaqua mobile belt is underlain by three stratigraphic units, collectively known as the Bushmanland Group. It consists of a volcano-sedimentary sequence with a complicated history of major overfolding and thrusting, followed by open folding and ductile shearing, together with medium to high grade metamorphism. The unravelling of the structural-stratigraphic complexities of the various lithological successions in this region (which have hitherto defied stratigraphic correlation or the formulation of any viable geological model), was based on detailed mapping, including structural and stratigraphic analysis.

The following aspects are elaborated on:

1. The presence of primary sedimentary structures in the high-grade metamorphites.
2. The use of these features, combined with stratigraphic and structural data in the construction of structural and sedimentological models and their application in the prediction of and the exploration for ore-bodies.

WEAVER Barry, L. and TARNEY John. Department of Geology, University of Leicester, Leicester, UK

GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF CONTINENTAL FLOOD BASALTS THROUGH TIME

Continental flood basalts are a volumetrically important component in the Phanerozoic. The geochemical characteristics of these basalts are often considered to be controlled by low pressure crystal fractionation and crustal contamination processes. Compositionally similar rocks which may be early analogues of Phanerozoic continental flood basalts are to be found in Archaean and Proterozoic dyke swarms (e.g. the Archaean Ameralik dykes of W Greenland and the Proterozoic Scourie dykes of NW Scotland). The processes operative in the generation of continental flood basalts may therefore occur repeatedly through geological time. The setting and chemistry of the Early Proterozoic Scourie dykes places tight limits upon the degree of possible crustal contamination of these magmas, and demonstrates the importance of the chemical and mineralogical heterogeneity of sub-continental mantle sources in determining the chemical variation within this dyke suite. Much of the trace element and isotopic evidence used to argue in favour of crustal contamination in flood basalt provinces (e.g. Deccan and Columbia River) is ambiguous. If the sub-continental lithosphere develops contemporaneously with the overlying continental crust then the mantle sources for flood basalt magmas will have similar trace element characteristics to the crust, obviating the necessity for large degrees of contamination.

WEDEPOHL KARL HANS, Geochemical Institute, Göttingen, BDR

MATERIAL BALANCE BETWEEN SPILITES AND OCEAN RIDGE BASALTS

The major proportion of the ocean crust probably consists of spilites formed from ocean ridge tholeiites and comparable intrusives. Spilitization comprises open system reactions at temperatures up to ~400° C of basalt with sea water which cycles through tectonically controlled convection systems. Deep sea drilling has recently penetrated into the layer of spilitized basalt 600 m below the sediment-basalt contact (Leg 83; Hole 504B). Spilitic metabasalt is a major sink of H_2O, Na, Mg, CO_2, S and O from sea water and a major source of Si, Ca, Fe, Sr and Mn for sea water. If the majority of the yearly produced 3×10^{10} t

ORT basalt is converted at >600 m depth into spilite, >5 x 10^8t H_2O and 5 x 10^7t Mg are consumed. Hot springs from reaction in ocean ridges must discharge >10^{11}t H_2O, >3 x 10^8t Si,Ca, >10^7t Fe per year into the oceans (1.4 x 10^{18}t H_2O). The largest proportion of discharged Fe and Mn is precipitated close to ocean ridges.

Details of spilitization have been investigated in the Variscan Rhenohercynian Belt of NW Germany. Immobile behavior of REE etc. allows to recognize within-plate tholeiites and ORT basalts as source rocks of these spilites. Low temperature alteration of the former rocks has mainly caused their accumulation of CO_2, K, Rb, Cs, U, Ta and Ba from sea water and an increase of their $\delta^{18}O$.

WENG SHIJIE, KONG QINGSOU, HUANG HAI, Nanjing Institute of Geology and Mineral Resources, China

MESOZOIC IGNEOUS ACTIVITY IN ZHEJIANG, FUJIAN, KUANGDONG, JAINGXI, AND JIANGSU, ANHUI PROVINCES-SOME INDICATIONS ON PALEOTECTONICS

Eastern Zhejiang and Fujian, norther Kuangdong: Jurassic granite, Early Cretaceous rhyodacite, and Late rhyolite. Rocks belong to calc-alkaline association and follow the same trend. REE patterns are near to PAAS and heavy part are flat. Incompitables are depleted. Rock spectrum changed with time, narrow and flat in Jurassic, flat with no peak in Early Cretaceous, bimodal with small gap in Late. Weastern Zhejiang and Fujian, Jiangxi: Two kinds of granites in Jurassic, one with PAAS REE pattern and other with flat curve. As to Cretaceous volcanic, they are similar to the eastern part. Jiangsu and Anhui: Granodiorite in Lower Jurassic, diorite in Middle-Late Jurassic, andesite and basaltic andesite in Early Cretaceous. Rocks are highly potassic with typical first magmatic REE pattern and low Ni, Co, Cr contents and volatile/refractory elements ratio. In the first two areas the subduction of oceanic plate caused compression in the lower crust and induced remelting. Their continental rise background shed influence on rock association and gave extensional characteristics. The obduction of Dabeishan towards south and Jiangnan area towards north induced compression along Yangtze River and behave like a Benioff Zone. The partial melting of strongly depleted mantle under intracontinental area made the rock to be potassic and low in lithophile elements.

WERNICK EBERHARD ,D.M.R.M. - UNESP, Rio Claro, SP, Brazil

THE LATE PROTEROZOIC GRANITOIDS OF BRAZIL: GENETIC TYPES, TECTONIC SETTINGS AND ASSOCIATED MINERALIZATIONS

Based on the relative contribution of crustal and mantle material, granitoids may be classified in crustal derived, mixed (or hybrid) and mantle derived types. Several modern current classification (e.g. leucogranites/monzonites; S-type/ I-type/ A-type; magnetite/ ilmenite granites, etc.) reflect in a major or minor degree a genetic approach. These classifications also stress the relation between granitoid types, tectonic settings, associated mineralizations and even their mode of emplacement.

Beside the problem that many major batholits are composed by granitoids of more than one unique type, a general occurence of granitoids in terms of plate tectonics can be estabished. Along subduction zones a variation from crustal, via mixed, to mainly mantle derived granites can be observed linked, respectively,to dominantly compressional, tensional and more stable enviroments. In collision areas such zoning is more or less obliterated by an younger emplacement phase of mainly crustal derived granites. In intraplate domains their is a predominance of mixed or mantle derived granites (with a tendency towards alkaline types) linked with rifts or arched zones or resulting from the differentiation of tholeiitic magmas in oceanic or continental enviroments.

In this way the occurence of mineral deposits linked to granitoids can be provisionaly established in terms of a major regional tectonic frame and as an exemple data concerning the Late Proterozoic granitoids of Brazil are presented.

WHITTEN E. H. TIMOTHY, Michigan Technological University, Houghton, Michigan, USA, and CHAPPELL BRUCE W., Australian National University, Canberra, A.C.T., Australia

SUITES WITHIN A GRANITOID BATHOLITH: A QUANTITATIVE JUSTIFICATION BASED ON THE LACHLAN FOLD BELT, SE. AUSTRALIA

Numerous suites within 102 named plutons of I-type granitoid Bega, Gabo, and Moruya Batholiths, Lachlan Fold Belt, SE. Australia, were postulated by Chappell and co-workers. Objective quantitative methods (including cluster and discriminant analyses), based on whole-rock analyses for 32 chemical elements for 304 representative granitoid samples, corroborate the existence and chemical distinctiveness and discreteness of most of the suites. Such suites (represented by varying numbers of plutons and samples) occur in discrete geographical areas; reality of a few previously named suites is unconfirmed. The statistical analyses are imperfect because all variables used by the site geologists to identify suites were not included; however, because objective statistical tests on chemical elements alone (each given equal significance) identified most major suites previously named, these suites are real.

Suites bear geochemical signatures of distinctive parental crust. Identification of analogous S-type granitoid suites which occur farther west is established by similar techniques and also indicate the heterogeneous nature of crustal parent material from which those granitoid rocks derived.

Analogous real chemically and geographically discrete suites probably occur within other batholiths throughout the world; they should be sought, identified, and mapped as indicators of crustal heterogeneity and of identified and as-yet-unlocated mineralization.

WUU-LIANG HUANG, Long Range Research Div., Exxon Production Research, Houston, Texas, USA, PETER WYLLIE; Division of Geological and Planetary Sciences, California Institute of Technology, Pasadena, California, USA

CARBONATION REACTIONS FOR MANTLE LHERZOLITE AND HARZBURGITE

The synthetic system CaO-MgO-SiO_2-CO_2 contains assemblages corresponding to lherzolite and harzburgite: forsterite (Fo)+orthopyroxene (Opx)+ clinopyroxene (Cpx) and Fo+enstatite (En). Fully carbonated, these are transformed into siliceous limestones: dolomite(Do)+magnesite(Mc)+quartz/coesite(Qz) and MC+Qz, respectively, which can coexist with free CO_2. Partly carbonated, they form dolomite-lherzolite (Do+Fo+Opx+Cpx) and magnesite-harzburgite (MC+Fo+En) which cannot coexist with CO_2, but can coexist with (H_2O+CO_2), buffered to high H_2O/CO_2. Review of experimental and theoretical data for decarbonation reactions and pyroxene-carbonate exchange reactions in CaO-MgO-SiO_2-CO_2 shows one invariant point Q_1 for Opx+Cpx+Do+Mc+Qz+CO_2 near 1090°C and 34 kb; and another Q_2 for Cc+Do+Cpx+Opx+Fo+CO_2 between the 7 kb and 13 kb, 800°C and 950°C. Dolomites in the high-pressure lherzolite reaction (6): Do/Cc+Opx=Fo+Cpx+CO_2 contain more than 70% $CaCO_3$, at 1200° and 27 kb; below the crest of the calcite-dolomite solvus, the reaction for carbonate-lherzolite is represented by (6A) with magnesian calcite down to Q_2, and by (6B) with nearstoichiometric dolomite below Q_2. Within limited depth intervals in the upper mantle with H_2O present, solid magnesite-Harzburgite can coexist with partially melted lherzolite. Eruption of kimberlite could transport xenoliths of lherzolite and magnesite-harzburgite, with subsequent disruptive dissociation of magnesite and dispersal of the low-calcium garnet characteristic of depleted harzburgites from the deep roots of cratons. This result is consistent with the explanation of Boyd and Gurney for the correlation of such garnets with diamond-bearing kimberlites.

WYLLIE PETER J., California Institute of Technology, Pasadena, California, USA

CONDITIONS FOR MELTING AND METASOMATISM IN THE EARTH'S MANTLE

If we know the compositions of mantle rocks at various depths, and the geotherm in different tectonic environments, then the conditions for melting are defined by experimentally determined solidus curves. Partial melting of peridotite yields basalt at low pressures, and picrite or komatiite at higher pressures. The genera-

tion of magmas more siliceous than basalts is limited to shallow suboceanic mantle with high temperatures and H_2O contents. Low-SiO_2, high-alkali magmas are generated at depths greater than 100 km by concentration of CO_2. The term "metasomatism" in crustal processes is defined as reaction by solution or vapors, not by melts or magmas, and the same definition should apply to mantle processes (reaction with magmas is "hybridization"). H_2O, CO_2, or both are made available for metasomatic reactions at deep dissociation fronts, or by solidification of volatile-charged magmas. Regions eligible for metasomatism are limited by solidus curves above which the melts dissolve volatile components. Beneath the lithosphere, there can be no metasomatism between about 100 and 250 km, because melting intervenes. Solidification of kimberlitic magmas at the base of continental lithosphere is a source of metasomatic fluids. Mantle metasomatism is expected in several regions above subducted oceanic lithosphere, interspersed with magmatic events. Major differentiation of the earth is accomplished by melting, but metasomatism may cause significant redistribution of some elements.

WU LI-REN and SHEN YUAN-CHAO, Institute of Geology, Academia Sinica, Beijing, China

MESOZOIC MAGMATITES AND RELATED ORE DEPOSITS IN EAST CHINA

The Mesozoic magmatic activities in East China were closely related to the mutual movement of Eurasian and Kula plates. In Early Yanshanian the position of the trench was near Eurasian Continent, extending in about 30° direction from the eastern part of Taiwan Island. Kula Plate moving towards NNW, obliquely to the trench line, subducted under Eurasian Plate to cause the formation of the southern, central and northern petrologic and metallogenic regions. Changzhou-Yueyang deep fault in the south and Baodi-Changli-Jinzhou fault in the north are the main boundaries between them and extend in a roughly NEE direction.

In the southern region dacite-rhyolite is the main volcanic rock association. The correlated intrusives are mainly normal granites. The dacite-rhyolite magma is referred to C-type. These rocks are belonged to calc-alkali rock series with supersaturated Al and characterized by high content of SiO_2, K_2O, F, but low CaO. The initial Sr^{87}/Sr^{86} values are usually greater then 0.711. The δO^{18}‰ values range from +9.5 to +13.5 and are usually greater than +10. The chondrite normalized REE distribution patterns are slightly declined to the right or left (LREE≈HREE) with a moderate negative Eu depletion (δEu=0.3-0.4). These rocks have δS^{34}‰ values varied relatively in a large range (-7.9-+18). The southern region is characterized by metallic ore deposits of REE, Nb, Ta, Be, W, Sn, U. In the central region trachybasalt-trachyandesite

-latite-trachyte-phonolite association is well developed. The correlated intrusives are monzonitic diorite-monzonite-syenite, while in the northern region the main volcanic association is composed of basalt-andesite-dacite-rhyolite. The correlated intrusive rock sequence is gabbro-diorite-granodiorite-granite. The andesitic magmas of these two regions are belonged to MC-type initial values of Sr^{87}/Sr^{86} range from 0.7037 to 0.711; $\delta O^{18}‰$ values vary from +4.22 to +10.37. The $\delta S34‰$ values ranged from -3 to +5 and -24 to +20 for volcanic rocks in the northern and central regions respectively. The central region is characterized by Fe,Cu,S mineralization and the northern region —Au,Cu,Mo,Pb, Zn ore deposits.

XIE DOUKE, SHI HONGQI, GUO KUNYI, FONG JINGJANG, WANG WUYU, Nanjing Institute of Mineral Deposits, Nanjing, China

STUDY ON THE METAMORPHIC MINERALS AND THEIR CONDITION OF FORMATION IN THE PALEOSUBDUCTION ZONE OF DABEISHAN MOUNTAIN

In central china, there is a EW or Nww trending paleo-suture line in this arer-paleo-subduction zone of Dabeishan Mts. The conclusion is proved by results obtained from the study on the metamorphic minerals of "Dabeishan Complex". The results can be summarized as follow: 1). Crossite, Na_B=1.63, $Mg/(Mg+Fe^{2+})$=0.59. magnesian-riebeckite, Na_B=1.78, $Mg/(Mg+Fe^{2+})$=0.889. barroisite, Si=6.93-7.46, Na_B=1.2, $Mg/(Mg+Fe^{2+})$=0.64. and Ti-poor Al^{VI}-rich calcic amphipole. The data calculated from NaM_4 and Al^{VI}-Sidenote that the pressure caused metamorphism in the area is more than 5Kb. The Al^{IV}/Al^{VI} value of amphibole from Dabieshan area is 0.27, so the pressure should be much more than 5Kb. The temperature caused metamorphism is calculated about 500°C. 2). Omphcite showing 49% of end-member of Jd and 25% of Di. The end-member of almandine in garnet is 51%. In (Alm+sp)-gro-phr triangular diagram, all the plots scatter within C-group eclogite area. The distribution K is 8-11. The estimated temperature is 500°C for the southern part and 750°C for the northern part. The pressure is about 10Kb. The geothermal gradient is 10°C/Km. Thus the depth of the formation of the metamorphic minerals is approximately 36-40 km. 3). The b_o value of phengits, which can be used as an indicator of pressure, is 9.057 for the southern part and 9.034 for the northern part. In this case, the pressure shows a decreasing tendency northward. In addition to above minerals, perthite, microcline, stilpnomelane, kyanite and chlorite also have been studied.

YAGI KENZO, Hokusei Gakuen College, Shiroishiku, Sapporo, Japan;
GUPTA A.K., SHARMA R.C., Dept. Earth Sci. Univ. of Roorkee, India;
KANISAWA S., Inst. Miner. Petrol. Tohoku University, Sendai, Japan

GEOCHEMICAL STUDIES ON NEPHELINE SYENITES FROM KISHENGARH, RAJASTHAN, INDIA

Nepheline syenites and associated rocks occur in Kishengarh district, 16 x 5 km^2 in area, about 300 km SW of Delhi, cutting through the rocks of Aravalli System. Nepheline syenites are medium-grained, leucocratic, sometimes with marked schistosity. Constituent minerals comprise nepheline, microcline, albite, biotite and barkevikite, with titanite, zircon and garnet as accessory minerals. Rarely dykes of ijolite cut the syenites. Ijolite is mainly composed of equigranular aggregates of nepheline and soda-augite to aegirine-augite, with small amounts of plagioclase, biotite, titanite and apatite. Associated with syenites are also dykes of carbonatite, about 1-3 m in width. Carbonatite consists of dolomite and small amounts of muscovite, and accessory minerals. Chemical composition of the host rocks by wet method, and EPMA analyses of rock-minerals are given below.

Chemical Composition of Rocks and Minerals

	1	2	3	4	5	6	7
SiO_2	54.69	48.50	7.67	42.61	65.89	68.06	39.35
TiO_2	0.28	0.99	0.04	-	-	-	0.75
Al_2O_3	22.49	16.12	0.93	33.15	18.11	19.26	12.81
Fe_2O_3	0.54	3.09	0.11	-	-	-	-
FeO	2.70	5.37	0.67	-	-	-	26.05
MnO	0.10	0.15	0.22	-	-	-	0.52
MgO	0.63	4.80	17.79	-	-	-	4.17
CaO	1.75	8.66	29.49	0.17	0.34	0.12	9.71
Na_2O	9.07	7.76	0.39	16.42	0.40	11.79	2.78
K_2O	6.07	3.16	0.33	7.02	16.24	0.08	2.32
H_2O+	2.08	1.29	0.75	-	-	-	-
H_2O-	0.03	0.02	0.03	-	-	-	-
P_2O_5	0.06	0.17	0.06	-	-	-	-
Total	100.49	100.13	100.16	99.37	100.98	99.31	98.46

1) Nepheline syenite, 2) Ijolite with BaO 0.05, 3) Carbonatite with CO_2 41.68, 4) Nepheline, 5) Microcline, 6) Albite, 7) Barkevikite.

ZAKARIADZE G.S., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow; KNIPPER A.L., Institute of Geology of the USSR Academy of Sciences, Moscow: SOBOLEV A.V., TSAMERYAN O.P., MAGAKYAN R.G., DMITRIEV L.V., and KOLESOV G.M., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

EARLY ALPINE VOLCANISM OF NORTH-EASTERN PART OF MESOZOIC TETHYS (PETROLOGICAL AND GEOCHEMICAL FEATURES)

1. Early alpine history of the Lesser Caucasus and adjacent areas of Turkey and Iran allows to trace evolution of petrological and gechemical features of volcanism(composition of rocks, minerals, melt inclusions) during expansion and early stages of closure of north-eastern part of Mesozoic Tethys. Two stages are considered: precollisional (180-110 m.y.) and early collisional (95-85 m.y.).

2. Oceanic crust of precollisional stage for the most part is composed of by high-titanium alkaline basalts as well as by depleted or slightly enriched with LREE, Ti and Zr tholeiitic basalts of MOR type. During early collisional stage high-titanium basaltic volcanism in oceanic basin is persisted and, at the same time, differentiated tholeiitic volcanic series with scattered subvolcanic bodies of boninites are formed. Volcanism at the adjacent sialic blocks is strongly heterogenous. During precollisional stage tholeiitic and calc-alkaline series with low to moderate potassium content are dominated. With the inception of collision lateral heterogeneity of volcanism and the role of potassium enriched series are apparantly increased.

3. The system of Middle and Late Mesozoic ophiolitic and ensialic andesitic belts of the Eastern Mediterranean represent unified Eurasian active continental margin of West Pacific type. Evolution of this margin is characterized by repeated manifestation of magma associations contrasting in depth of origin and degree of enrichment with water fluid. This raises complex problems of evolution and relations of their sources.

ЗАКАРИАДЗЕ Г.С., Ин-т геохимии и аналитической химии Академии наук СССР им. В.И.Вернадского, г.Москва; КНИППЕР А.Л., Геологический ин-т Академии наук СССР, г.Москва; СОБОЛЕВ А.В., ЦАМЕРЯН О.П., МАГАКЯН Р.Г., ДМИТРИЕВ Л.В., КОЛЕСОВ Г.М., Ин-т геохимии и аналитической химии Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАННЕАЛЬПИЙСКОГО ВУЛКАНИЗМА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ МЕЗОЗОЙСКОГО ТЕТИСА

I.Раннеальпийская история Малого Кавказа и прилегающих территорий Турции и Ирана позволяет проследить изменение петрологических и геохимических особенностей вулканизма (составы пород, минералов, расплавных включений) в процессах расширения и начальных стадий замыкания северо-восточной части мезозойского океанического бассейна Тетис. Рассматриваются две стадии: доколлизионная (180-110 млн. лет) и раннеколлизионная (95-85 млн. лет). 2. Океаническая кора доколлизионной стадии сложена в основном высокотитанистыми щелочными базальтами, а также деплетированными и слабо обогащенными легкими редкими землями, титаном и цирконием, толеитами типа срединно-океанических хребтов. В раннеколлизионную стадию в океаническом бассейне высокотитанистый базальтовый вулканизм продолжается и одновременно формируется дифференцированная толеитовая серия пород в ассоциации с субвулканическими телами бонинитов. Вулканизм на прилегающих сиалических блоках характеризуется существенной латеральной неоднородностью. В доколлизионную стадию доминируют низко- и умеренно-калиевые серии (толеитовая и известково-щелочная). С началом коллизии степень латеральной гетерогенности вулканизма заметно возрастает и повышается роль серий, обогащенных калием. 3. Система средне- и верхнемезозойских офиолитовых и энсиалических андезитовых поясов Восточного Средиземноморья отвечает единой Евро-Азиатской активной континентальной окраине Западно-Тихоокеанского типа. Эволюция этой окраины характеризуется неоднократным проявлением ассоциации резко контрастных типов магм, как по глубине выплавления, так и степени обогащенности водным флюидом, что ставит сложные проблемы особенностей эволюции их источников.

ZARIDZE G.M., A.I. Ganelidze Geological Institute of the Academy of Sciences of the Georgian SSR, Tbilisi, USSR

EVOLUTION OF MAGMATISM, METAMORPHISM AND METASOMATISM IN THE HISTORY OF THE EARTH AND FORMATION OF LARGE GEOLOGICAL STRUCTURES

To comprehend the evolution of magmatism, metamorphism and metasomatism in the history of the Earth, it is necessary to have some idea

of initial endogenic processes. Basing on comparative - planetologic method we can assume, that the primary Earth crust had essentially mafic composition. The products of global volcanism were mafic as well. Under the influence of syn- and postvolcanic ascensive solutions during the long geological period the processes took place, that transformed the mafic rocks of the Earth crust into the less mafic. Enrichment of rocks of the primary crust, released from the silicate component while cooling of magma, with silicid acid, alkali and other lithophylic, fluid components, seems to be an irreversible process in the evolution of the Earth. This process resulted in gradual formation of protoplatform and granite-metamorphic layer that determined generation of anatectic magma and granitoids afterwards. The fact that genuine granitoids appeared later than volcanogenic-sedimentary deposits is not a realiable argument for assuming that they were formed due to refusion of the latter. It is quite natural, that they were weekly graded that time. The fact of wide development of granitoids (processes of granitization under the influence of ascending solutions) in the area of occurrence of the mafic substratum (of the oceanic crust) should also be taken into consideration.

ЗАРИДЗЕ Г.М., Геологический ин-т им. А.И.Джанелидзе Академии наук Грузинской ССР, г.Тбилиси, СССР

ЭВОЛЮЦИЯ МАГМАТИЗМА, МЕТАМОРФИЗМА И МЕТАСОМАТИЗМА В ИСТОРИИ ЗЕМЛИ И СТАНОВЛЕНИЕ КРУПНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Для понимания эволюции магматизма, метаморфизма и метасоматизма в истории Земли следует иметь представление о изначальном составе коры и характере совершающихся на заре ее развития эндогенных процессов. Сравнительно-планетологический метод позволяет полагать, что исходная земная кора имела существенно мафитовый состав. Продукты глобального вулканизма были также мафитовыми. Под влиянием син-и поствулканических восходящих растворов в течение длительного геологического времени происходили процессы, превращающие мафитовые породы земной коры во все менее мафитовые. Обогащение кремнекислотой, щелочами и другими литофильными флюидными компонентами пород первичной коры, освобождающихся от силикатной составляющей при остывании магмы, в эволюции Земли является необратимым процессом. В результате этого процесса постепенно сформировались протоплатформы и гранит-метаморфический слой, обусловившие в последующем генерацию анатектических магм и гранитоидов. Указание о том, что первые настоящие гранитоиды появились позднее вулканогенно-осадочных толщ, не может служить доводом

их образования за счет переплавления. Естественно, что они в то время были слабо отсортированными. Следует также серьезно считаться с фактом широкого развития гранитоидов (процессов гранитизации под воздействием восходящих растворов) в областях распространения мафитового субстрата (океанической коры).

ZECK H.P., Copenhagen University, Denmark; LOU S., Geol. Survey Denmark, and L. Ellgaard, Copenhagen University, Denmark

METASOMATIC EFFECTS OF METAMORPHIC PROCESSES, A STATISTICAL EVALUATION

Comparison of the chemical composition of a series of tholeiitic, gabbroic rocks with that of its metamorphic derivatives, a series of amphibolites, reveals that the differences are so small that they can only be evaluated by special statistical analysis. Application of current statistical tests directly to the raw percentage and ppm values may yield confusing results, because the metasomatic changes are compounded with the within-series magmatic differences. Instead a method is proposed which is based on a comparison of the individual data points of these two populations with the regression line in an $X/MgO-TiO_2/MgO$ diagram modelling the magmatic evolution. Application of the rank-sum test and the t-test to the differences thus found provides a statistical assessment of the metasomatic effect of the metamorphism.

ZHANG ZHENGEN, LIN XUENONG, LI XILIN, Institute of Geochemistry, Academia Sinica, Guiyang, China

PRELIMINARY STUDY OF 3B-TYPE GRANITES

In the study of granitoids related to mineralization, especially Sn- and W-ore deposits, we consider that there is a "3B-type of granites" rich in B, Be, Bi and related minerals.
Their characteristics are as follows: 1) They are young in age, predominated by Yenshanian granites; 2) Their formation and cooling histories is more than 10 m.y.; 3) The central facies is medium to coarse; 4) Small exposure area with some blind magmatic bodies; 5) Occurring as complex masses or associated with other dike rocks; 6)

$SiO_2 \geq 70\%$; 7) $Al_2O_3 > CaO+Na_2O+K_2O$; 8) $K_2O+Na_2O > 7\%$ and $K_2O > Na_2O$; 9) Higher F and Cl; 10) Sn- or W-ore bodies related to 3B-type granites always occur in a certain distance from the granites.
In the 3B-type granites which occur in Yunnan and Hunan as well as in Guangdong and Guanxi, the major minerals which contain B, Be and Bi include tourmaline, beryl, bismuthinite and native bismuth. Datolite, phenakite, danburite, bismutite and cannizzarite(galenobismutite) are in second place.

Sn, B, Bi and Be contents in 3B-type are generally higher than those in other types of granites. And Sn-W ore deposits or ore fields with economic reserves of Be and Bi are common in China. These facts show that under certain conditions B, Bi and Be, especially the latter two can be used as the important pathfinders for Sn-W ore deposits.

ZHARIKOV V.A., IVANOV I.P., ZARAISKY G.P., Institute of Experimental Mineralogy of the USSR Academy of Sciences, Chernogolovka, Moscow Region, USSR

EXPERIMENTAL STUDY ON THE PHYSICO-CHEMICAL CONDITIONS OF METASOMATISM

The physico-chemical conditions of metasomatism were studied in two ways: a) by the mineral equilibrium method with controlled parameters, such as the activity of perfectly mobile components, the acidity, temperature and pressure, and b) by modeling metasomatic zoning at preset parameters. The mineral equilibrium method was applied to the system Al_2O_3-SiO_2-H_2O-HCl-KCl-NaCl at different T, a_{HCl}, a_{KCl}, a_{NaCl}. A mathematical model produced by a computer from experimental data gave complete information on the conditions in which the Q+Andl, Q+Fsp, Q+Mu, Q+Ser, Q+Pyr and Q+Kl metasomatites were formed. The zoning modeling method was used to reproduce various types of bimetasomatic skarn zoning, alkali metasomatites and all principal columns of wall-rock metasomatites. The limiting conditions for each of the metasomatic type have been outlined, the structural characteristic features of zoning have been determined (e.g. changes in mineralogy and chemistry, replacement reactions, equilibrium conditions), and the dynamic parameters of metasomatism estimated (zone growth rates, column growth time etc.). Metasomatic convergence phenomena were found and classified. Metasomatic infiltration

columns have been reproduced and the effect of diffusion and filtration rates on their growth evaluated. The experimental data combined with mathematical modeling provided many useful insights into the physico-chemical conditions of metasomatism.

ЖАРИКОВ В.А., ИВАНОВ И.П., ЗАРАЙСКИЙ Г.П., Ин-т экспериментальной минералогии Академии наук СССР, Черноголовка Московской области, СССР

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МЕТАСОМАТИЗМА

Экпериментальное изучение физико-химических условий метасоматизма осуществлялось: а) путем исследования минеральных равновесий с регулируемыми факторами состояния (активности вполне подвижных компонентов, кислотности, температуры, давления) и б) путем моделирования метасоматической зональности при различных (задаваемых) факторах состояния. Методом минеральных равновесий исследована система Al_2O_3-SiO_2-H_2O-HCl-KCl-NaCl при различных T, a_{HCl}, a_{KCl}, a_{NaCl}. При использовании экспериментальных данных математического моделирования на ЭВМ получена разносторонняя информация условий возникновения Q+Andl, Q+Fsp, Q+Mu, Q+Ser, Q+Pyr, Q+Kl метасоматитов. Методом моделирования зональности воспроизведены различные типы биметасоматической скарновой зональности, щелочного метасоматизма и все главные колонки околорудных метасоматитов. Намечены граничные условия существования каждого типа метасоматитов, выявлены особенности внутреннего строения зональности (изменения минерального и химического состава, реакции замещения, условия равновесия), определены динамические параметры метасоматизма (скорости разрастания зон, время возникновения колонок и др.). Обнаружены и охарактеризованы явления конвергентности метасоматизма. Воспроизведены инфильтрационные метасоматические колонки и определена их зависимость от скоростей фильтрации и диффузии. Сочетанием экспериментального и математического моделирования получена дополнительная разнообразная информация физико-химических условий метасоматизма.

ZHARIKOV V.A., LITVIN Yu.A., Inst. of Experimental Mineralogy of the USSR Academy of Sciences, Chernogolovka, Moscow Region, USSR

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF MELTING IN THE MODEL FE-BEARING ECLOGITE SYSTEM CLINOPYROXENE-GARNET AT THE PRESSURE OF 40 KBAR

Physico-chemical nature of relation of eclogite magmas to the garnet peridotites presents one of the important aspects of the mantle mag-

matism problem.The clinopyroxene-orthopyroxene-garnet section of the olivine-clinopyroxene-garnet-silica system is of particular interest because it represents a boundary between the olivine-bearing ultrabasic assemblages and silica-bearing basic assemblages.This boundary corresponds to the eclogite thermal barrier which inhibits the evolution of ultrabasic magmas to basic magmas oversaturated with silica. To understand the pattern of evolution of the melts through this barrier further investigations are necessary.In particular,determination of the role of iron-bearing components which constitute significant amounts in the mantle clinopyroxenes and garnets observed in natural occurrences seems urgent.First experiments on the melting phase relationships in a model system clinopyroxene $Ca(Mg_{0.8}Fe_{0.2})Si_2O_6$-garnet $(Mg_{0.8}Fe_{0.2})_3Al_2Si_3O_{12}$ were carried out using the anvil-hole high-pressure apparatus.To prevent the iron losses from the melts the charges were placed into the tungsten foil containers inserted in the capsules,and due to w/wo buffer the divalent iron retained. Based on the experiments a pseudobinary diagram of the system has been obtained for the temperature range of 1300-1700°C. This diagram differs from the topologically similar diagram for the iron-free diopside-pyrope system by a 180°C decrease in the clinopyroxene-garnet cotectic temperature and temperature of peritectic reaction involving orthopyroxene, and also by a significant expansion of the clinopyroxene+garnet and garnet+clinopyroxene fields at the expense of the clinopyroxene and clinopyroxene+orthopyroxene+garnet fields. The experimental results give evidence that the iron-bearing components play an important role in the mantle magmatism processes,in the magma evolution which leads to increase in concentration and activity of iron in the melts,in particular,and facilitate coming through the eclogite barrier.

ЖАРИКОВ В.А., ЛИТВИН Ю.А., Ин-т экспериментальной минералогии Академии наук СССР, Черноголовка Московской области, СССР

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛАВЛЕНИЯ В МОДЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕЙ ЭКЛОГИТОВОЙ СИСТЕМЕ КЛИНОПИРОКСЕН-ГРАНАТ ПРИ ДАВЛЕНИИ 40 КБАР

Выяснение природы физико-химической связи эклогитовых магм с гранатовыми перидотитами - важный аспект проблемы мантийного магматизма. Значение сечения клинопироксен-ортопироксен-гранат системы оливин-клинопироксен-гранат-кремнезем обусловлено его позицией как границы раздела оливинсодержащих ультрабазитовых и кремнеземсодержащих базитовых ассоциаций, с которым сопряжен эклогитовый термальный барьер, накладывающий запрет на эволюцию ультрабазитовых магм к базитовым, пересыщенным кремнеземом. Представления о механизме прохождения

расплавами указанного барьера дискуссионны, требуют дальнейших исследований, в частности определения роли железосодержащих компонентов, содержание которых в реально наблюдаемых мантийных клинопироксенах и гранатах достаточно велико. Экспериментально при 40 кбар (аппарат-наковальня с лункой) впервые изучались фазовые отношения при плавлении в модельной системе клинопироксен $Ca(Mg_{0,8}Fe_{0,2})Si_2O_6$ - гранат $(Mg_{0,8}Fe_{0,2})_3Al_2Si_3O_{12}$. Исследование обеспечивалось ампулами, футерованными вольфрамовой фольгой, предотвращающими потери железа расплавами. Образование буфера W/WO способствовало устойчивости двухвалентного железа. Получена псевдобинарная диаграмма исследуемой системы в интервале 1300 - 1700°С. При топологическом подобии диаграмме безжелезистой системы диопсид-пироп она отличается существенным понижением (~180°С) температур клинопироксен-гранатовой котектики и перитектической реакции с участием ортопироксена, значительным расширением полей клинопироксен+гранат и гранат+ортопироксен за счет полей мономинерального клинопироксена и клинопироксен+ортопироксен+граната. Результаты свидетельствуют о важном значении железосодержащих компонентов в процессах мантийного магматизма, в частности в ходе эволюции магм, сопровождающейся возрастанием концентрации и активности железа в расплавах, как фактора, способствующего прохождению эклогитового барьера.

ZHDANOV V.V., RUDASHEVSKY N.S., A.P. Karpinsky All-Union Geological Research Institute, Leningrad, USSR

MANTLE-CRUSTAL EVOLUTION OF ULTRAMAFITES

Minerals of dunite-peridotite, dunite-clinopyroxenite-gabbro, alkali-ultramafite formations of the Urals, Aldan and Okhotsk Sea area (2320 microprobe analyses) have been studied. Five stable mineral parageneses corresponding to the levels of lithosphere evolution of the ultramafic protrusion matter were established. 1. Magnesiochromite, nickel forsterite, coesite, omphacite, solid solutions of platinum, osmium, iridium, ruthenium, burried inclusions in platinoid dunite-peridotite formation is an association of use differentiated mantle. 2. Chromite, forsterite, enstatite, native: platinum, iron, copper, nickel, chromium, sulphides of iridium, osmium, ruthenium, chromium, chromium carbide in the rocks of dunit-peridotite formations is a mantle association which separated the basaltic melt. 3. Alumochromite, forsterite, diopside; ferroplatinum, sulphides of platinum, osmium, iridium, ruthenium, palladium, copper, nickel, iron in rocks of dunite-klinopyroxenite-gabbro formations, formed in the basalt layer. 4. Ferrochromite, forsterite, chromium-diopside,

sulphides similar to (3) in rocks of alkali-ultramafic formation in the granite layer. 5. Magnetite, amphibole, mica, garnet sulphides similar to (3) - crustal metasomatites after any ultramafites. Each level of mantle-crustal emplacement of ultramafites is marred by certain mineral paragenesis, controlled by phisical and chemical conditions. A single evolutionary trend of mineral composition of varions dunite formations suggests their common origin, i.e. unmolten mantle restite. The ore specialization of ultramafites is determined by a level of their mantle-crustal evolution.

ЖДАНОВ В.В., РУДАШЕВСКИЙ Н.С., Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт им. А.П.Карпинского, г.Ленинград, СССР

МАНТИЙНО-КОРОВАЯ ЭВОЛЮЦИЯ УЛЬТРАМАФИТОВ

Исследованы минералы (2320 микрозондовых анализов) пород дунит-перидотитовой, дунит-клинопироксенит-габбровой, щелочно-ультрамафитовой формаций Урала, Алдана, Приохотья.

Выявлено пять устойчивых минеральных парагенезисов, отвечающих уровням литосферной эволюции вещества ультрамафитовых протрузий. I. Магнезиохромит, никелистый форстерит; коэсит; омфацит; твердые растворы платины, осмия, иридия, рутения - захороненные включения в платиноидах дунит-перидотитовой формации (ассоциация не дифференцированной мантии). 2. Хромит; форстерит; энстатит; самородные: платина, железо, медь, никель, хром; сульфиды иридия, осмия, рутения, хрома; карбид хрома в породах дунит-перидотитовой формации (ассоциация мантии, отделившей базальтовый расплав). 3. Алюмо-хромит; форстерит; диопсид; ферроплатина; сульфиды платины, осмия, иридия, рутения, палладия, меди, никеля, железа в породах дунит-клинопироксенит-габбровой формации, сформировавшихся в базальтовом слое. 4. Феррохромит, форстерит, хромдиопсид, сульфиды, аналогичные пункту 3, в породах щелочно-ультрамафитовой формации, сформировавшихся в гранитном слое. 5. Магнетит, амфиболы, слюды, гранаты, сульфиды, аналогичные пункту 3, - коровые метасоматиты по любым ультрамафитам. Каждому уровню мантийно-корового становления ультрамафитов соответствует определенный минеральный парагенезис, обусловленный физико-химической обстановкой. Единая направленность эволюции состава минералов дунитов различных формаций позволяет утверждать их единую природу - не переплавленный мантийный рестит. Рудная специализация ультрамафитов определяется уровнем их мантийно-коровой эволюции.

ZHELYASKOVA-PANAYOTOVA M., KOLCHEVE K., Sofia University, Bulgaria; KARAMATA S., Belgrade University, Yugoslavia; MAJER V., Zagreb University, Yugoslavia; SCARPELIS N., Athens University, Greece

ULTRABASITES OF THE BALKAN PENINSULA AND THEIR ORE POTENTIAL

Ultrabasites occur extensively on the Balkan Peninsula. The present authors subdivide them on the basis on their relationship to the regional metamorphism, their association with dated rock complexes, and on the effects of tectonic events and magmatic actions of identified age. The premetamorphic ultrabasites forming small bodies in boudinage structures occur in the lower stratigraphic levels of the Precambrian Central Rhodope complex. They are slightly serpentinized and are mostly harzburgites, less frequently dunites, and in exotic cases lherzolites, olivine websterites and clinopyroxenites. They suffered regional metamorphism together with the rocks enclosing them. During the metamorphism chromium- and nickel-bearing magnetites were formed. The postmetamorphic ultrabasites occur primarily in the Eastern Rhodope Mountains. Their small bed-like bodies consisting of harzburgites and dunites and very scarce lherzolites are strongly or completely serpentinized in all deposits. The are crosscut by pyroxenites. The masifs are chromite-bearing with anthophyllite-asbestos, talc and vermiculite deposits. The Paleozoic ultrabasites are found in the Serbian-Macedonian massif in East Serbia and in the Stara Planina Mountain. The small ultrabasic bodies together with the accompanying gabbro-diabases, pillow-lavas and the country rocks of phyllitoid schists are foliated and metamorphosed into greenschist facies. The lherzolites present and the infrequent dunites and harzburgites are part of the cumulative complex of the ophiolitic association. The Mesozoic ultrabasites are the most widespread. They are members of ophiolitic association occupying the central parts of the large Tethys ophiolitic belt. They always associate with gabbro, diabases and pillow lavas. Their age is Tr_2 - Tr_3 - J_3. Some very large massifs occurring as relatively thin plates also belong to this group. Both tectonic peridotites and cumulates are found. The tectonic peridotites are chromite-bearing, with workable deposits of chrysotile-asbestos, magnesite, talc, nickel-bearing weathering crusts and redeposited iron-nickel laterite deposits.

ZHENG XUEZHENG, ZHAO DASHENG, Institute of Geology, Academia Sinica, Beijing, China

CENOZOIC BASALTS OF NORTH CHINA WITH RELATION TO PLATE MOVEMENT

The Pacific Plate subducted northwestwards (about 45 Ma) causing mantle upwelling under the Asian continental margin and forming two rising mantle belts under the North China and the North Jiangsu Rifts. The early Tertiary continental rift-type basalt in the two rifts was developing during the Paleocene and Oligocene, respectively. They are mainly tholeiites with less alkali basalts, but in the Bohai Sea and its surrounding area olivine basalts with some alkali basalts or tholeiites. The former has features of ocean-rift basalts or some ocean-ridge basalts, i.e. 0,7031-0.7034 of $^{87}Sr/^{86}Sr$ initial ratios*, $\delta^{18}O_{smow}$=5.05-5.34‰**, and LIL element pattern, and chemical characteristics between ocean-island basalt and Mid-ocean ridge basalt. And the later is formed shallower than the former and has some features of Hawaian basalts or basalts from the East Africa Rift (i.e., 0.7038-0.7044 of $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios and $\delta^{18}O_{smow}$=5.55-6.25‰**). All these Tertiary rift-type basaltic magma are bimodel. At the end of Oligocene time the two fifts died and the later Tertiary basalts are mainly alkali instead of tholeiitic, and alkalinity of the basalts increases with time up to nephelinite at early Pleistocene except some in Shangdon Province. The basaltic magma activity in all the eastern China became stronger while the Pacific Plate moved to west faster after about 25 Ma. The later Tertiary-Quaternary basalt in the region became crack-type basalt along active old deep-faults. The lower $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratio (0.7032-0.7041 for alkali basalts, 0.7047 for tholeiites*), LIL element pattern and transitional metal pattern of the Tertiary-Quaternary basalts show that they are similar to that from ocean island basalts with less crust comtamination. *Xinhua Zhou & R.L. Armstron (1981), **Yen Zheng et al. (1982).

ZHIDKOV A.Ya., A.P.Karpinsky All-Union Geological Research Institute, Leningrad, USSR

KALSILITE PLUTONIC ROCKS - THE PRODUCT OF DIFFERENTIATION OF THE ALKALINE MAGMA

In laminated alkaline massifs of the Eastern Siberia and other regions the kalsilite syenites - synnerites and pyroxenites - yakutites were found. The discovery of the intrusive species of kalsilite feldspathic and unfeldspathic foidolites allows to suppose the

existence in nature of kalsilite branch of alkaline rocks analogous to nepheline branch represented by complete series of nepheline - feldspathic syenites and jacupirangite - urtites.

The kalsilite rocks are high - potassic. It is determined by presence of high-potassic alumosilicates: leucite-pseudoleucite, kalsilite and potassic hepheline. It was established that the relic leucite crystals are characteristic of perpotassic nepheline and kalsilite syenites. The microstructure of such rocks is changing from "finger print" to hypodia form and relation of oxides of potassium, aluminium and silicium corresponds to the composition of leucite. Besides, the early generations of leucite transformed into pseudoleucite aggregate also occur in microinclusions of orthoclase and mafic minerals.

The known deep seated kalsilite rocks are in close paragenesis with the nepheline and pseudoleucite syenites. The separation of potassic components from the primary high-alkaline magma is a result of mechanism of the crystallising differentiation which leads to the separation of the leucite cumulate. The content of residual volatile components in the primary rocks and in autometasomatites points to the great importance of aquatic fluids with carbonate,chloride and sulphate in this process. The fluid phase and high alkalinity decrease the viscosity of fusion and create the optimum setting for liquidation- crystallization lamination. During the increase of the partial pressure of the water the leucite is transformed into kalsilite - potassium feldspar "finger print" aggregate and partly passes into fusion crystallized in future in the form of granular kalsilite syenite. Thus in the complex model of the formation of kalsilite-bearing stratified alkaline intrusions one of the main roles in local accumulation of potassium and origination of the ultrapotassic rocks belongs to leucite.

ЖИДКОВ А.Я., Всесоюзный научно-исследовательский геологический ин-т им. А.П.Карпинского , г.Ленинград, СССР

КАЛЬСИЛИТОВЫЕ ПЛУТОНИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ - ПРОДУКТ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ЩЕЛОЧНОЙ МАГМЫ

В стратифицированных щелочных массивах Восточной Сибири и других регионов обнаружены кальсилитоносные сиениты-сыннириты и пироксениты-якутиты. Открытие интрузивных кальсилитовых полевошпатовых и бесполевошпатовых фоидолитов позволяет предположить существование в природе самостоятельной ветви щелочных пород, аналогичной нефелиновой, представленной полной видовой серией нефелин-полевошпатовых сиенитов и якупирангит-уртитов.

Кальсилитовые породы самые высококалиевые, что обусловлено присутствием в них предельнокалиевых алюмосиликатов: лейцита-псевдолейцита, кальсилита и калиевого нефелина. Установлено, что для перкалиево-нефелиновых и кальсилитовых сиенитов свойственны реликтовые формы лейцитовых кристаллов. Отдельные разновидности полностью состоят из псевдолейцита, сложенного агрегатом кальсилита, нефелина и калишпата. Микроструктура таких пород меняется от дактилотипной до гипидиоморфной, а соотношение окислов калия, алюминия и силиция отвечает составу лейцита. Кроме того, ранние генерации лейцита, преобразованные в псевдолейцит, встречаются также в микровключениях калишпата и темноцветных минералов.

Известные глубинные кальсилитовые породы находятся в тесном парагенезисе с нефелиновыми и псевдолейцитовыми сиенитами. Обособление калиевой составляющей из первичной высокощелочной магмы происходит в результате механизма кристаллизационной дифференциации, приводящей к фракционированию лейцитового кумулата. Содержание остаточных летучих компонентов в первичных породах и в автометасоматитах свидетельствуют о важном значении в этом процессе водных флюидов с карбонатом, хлоридом и сульфатом. Флюидная фаза и высокая щелочность снижают вязкость расплава и создают оптимальную обстановку для ликвационно-кристаллизационного расслоения. При увеличении парциального давления воды лейцит преобразуется в кальсилит-калишпатовый дактилоагрегат и частично переходит в расплав, кристаллизующийся в дальнейшем в виде зернистых кальсилитовых сиенитов. Таким образом, в сложной модели формирования расслоенных кальсилитовых щелочных интрузий лейциту принадлежит одна из главных ролей в части локального накопления калия и возникновения ультракалиевых пород.

ZOTOV I.A., KORZHINSKY D.S., PERTSEV N.N., Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

TRANSMAGMATIC FLUIDS AND METAMAGMATISM

Many aspects of participation of mantle fluid flows in generation and evolution of magmas have been discussed in the USSR for 30 **years. At this account we have hypotheses of the transmagmatic (D.S. Korzhinsky) and intratelluric (Yu.A.Kuznetsov, E.P.Izokh) fluid flows. The existance of the fluid flows have been confirmed by the metasomatic phenomena in the mantle xenoliths of alcali basalts and kimberlites. The actions of transmagmatic fluid flows include mag-**

matic replacement preceeded by magmatic stage metasomatism of wall-rocks of some magmatic bodies. These phenomena have been discovered in contacts of the magmatic massifs formed by magmas of all compositions. The massifs are different in sizes and localization levels. The subcrust sources of transmagmatic fluids are ascertained firstly from their actions in the deepest magmatic bodies of the granitization regions and, secondly, from their reducing properties fixed in the specific accessory minerals of the magmatic rocks.

Transmagmatic fluids are in equilibrium with magma in the central parts of magmatic bodies. The fluids interact with the endocontact melts which are cooler and enriched by oxygen as a result of magmatic replacement of the crust rocks. Cooling of fluids stimulate increasing of their acid agressiveness. This results in metamagmatic debasification of magmas with formation of the aplitic melts. The oxidation-reduction reactions of the fluids with magma give rise to liquation, rhytmic layering and changing of the mineral parageneses in the endocontact parts of magmatic massifs. The independence of scale of the metamagmatic processes from the sizes of magmatic bodies and changing of the bulk chemical composition of magmas testify to the participation of the flows of fluids in such phenomena. The ways of crystallization of the melts can be changed in the parts of magmatic bodies with active fluid flows. It is manifested by the corrosion of early crystallized minerals by magma. Sometimes these minerals dissolve incongruently in magma and are replaced by other minerals. The repeated and reverse zoning of the magmatic minerals as example in the plagioclases may be connected with such processes. These phenomena may serve as indicators for finding out the ways of the most active fluid flows through the magmas of the massifs.

ЗОТОВ И.А., КОРЖИНСКИЙ Д.С., ПЕРЦЕВ Н.Н., Ин-т геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Академии наук СССР, г.Москва, СССР

ТРАНСМАГМАТИЧЕСКИЕ ФЛЮИДЫ И МЕТАМАГМАТИЗМ

Вопросы участия потоков мантийных флюидов в генерации и дальнейшей эволюции магм разрабатываются в Советском Союзе на протяжении 30 лет в рамках гипотез о трансмагматических (Д.С.Коржинский) и интрателлурических (Ю.А.Кузнецов, Э.П.Изох) потоках флюидов. Перемещение флюидов в мантии установлено теперь по проявлению метасоматоза в глубинных ксенолитах, выносимых магмой щелочных базальтов и кимберлитов. Прохождение через магмы трансмагматических флюидов доказывается по магматическому замещению и опережающему его метасоматозу магматического этапа, которым подвергаются боковые породы некоторых магматических

тел. Эти явления обнаружены в контактах разных по размеру и глубине залегания магматических массивов, образованных магмами всех известных в природе составов. Подкоровая природа трансмагматических флюидов устанавливается, во-первых, по их проявлению в самых глубинных магматических телах областей гранитизации и, во-вторых, по их восстановительной природе, зафиксированной в специфических акцессорных минералах магматических пород. Трансмагматические флюиды равновесны с магмой центральных частей магматических тел, но вступают в реакцию с расплавами эндоконтактовых зон, относительно охлажденных и обогащенных из-за магматического замещения кислородом. Охлаждение флюидов вызывает рост их кислотной агрессивности и выражается в метамагматической дебазификации магм с образованием аплитовых расплавов. Окислительно-восстановительные реакции флюидов с магмой фиксируются в явлениях ликвации, ритмического расслоения и смены минеральных парагенезисов в эндоконтактовых частях массивов. Независимость масштабов явлений метамагматизма от размеров магматических тел, изменение валового химического состава магм свидетельствуют о протекании процессов в потоках флюидов. В участках активного движения флюидов ход кристаллизации расплавов может меняться, что выражается в корродировании ранее выделившихся кристаллов иногда с инконгруэнтным их растворением и замещением другими минералами, а также проявляется в повторной и обратной зональности минералов, например плагиоклазов. Эти явления могут служить индикатором для выявления путей наиболее активного движения флюидов через магму массивов.

ZWART H.J., Institute of Earth Sciences, Utrecht, The Netherlands

PROGRESSION OF REGIONAL METAMORPHISM THROUGH SPACE AND TIME

All metamorphic rocks of supracrustal origin have gone through a period of heating and consequently they have witnessed a prograde sequence of events. Sometimes only a part of this prograde succession is still present in the rocks, often only minerals from the highest temperature reached are preserved, and in a number of cases retrogression due to falling temperature or to a new lower grade event can be seen. In order to fully understand such prograde metamorphism a study of both the microstructure and petrology is needed, because the microstructure of almost any metamorphic rock is the result of: 1. crystallization of new and/or recrystallization of old phases and 2. strain and strain rate.

Although many prograde metamorphic terrains exist and have been described, most of these have been studied mainly from a petrologic point of view. Studies of prograde sequences in which both the structure and the petrology are considered are relatively scarce. A good example of such a study combining structure and metamorphism has been described from the Variscan core of the Pyrenees. Here one is dealing with a prograde sequence in well-dated Ordovician, Silurian and Devonian rocks, from lower greenschist facies to upper amphibolite facies, in a low pressure facies series. In pelitic rocks minerals like chloritoid, andalusite, staurolite, cordierite

and sillimanite are common. Metamorphism has taken place relatively shallow in the crust and there has been a rapid increase in temperature with depth, resulting in rather thin metamorphic zones. With increasing temperature the following minerals in pelitic rocks appear: muscovite + chlorite, biotite, andalusite, staurolite, cordierite and sillimanite. The order of disappearance of certain minerals in the same sequence is chlorite, staurolite, andalusite and muscovite. Quartz and a feldspar are present throughout the whole succession.

In this prograde sequence structures become increasingly complex with rising temperatures. In the lower grade rocks only one or two fold generations are present and the structures are characterized by the presence of steeply dipping to vertical axial planes and foliations. In higher grade rocks, usually starting in the upper greenschist facies, four or five fold generations occur generally. The most dramatic change is in the attitude of the axial planes and foliations which now become gently dipping to horizontal. This results from the overprinting of later on the early steep structures. Relicts of these steep structures can still be found in enveloping surfaces of late folds and as inclusions within porphyroblasts. In general therefore the lowest grade rocks contain steep structures, the higher grade rocks gently dipping structures but these later structures postdate and overprint the early steep foliations. This is apparently a reflection of the increasing temperature during metamorphism. Similar cases of such transitions from low to high grade have not been frequently mentioned, but some have been described from a few other places.

In many high grade terrains in Phanerozoic belt as well as in the Precambrium gently dipping foliations are predominant. Usually there is no record of an early history showing the progression of metamorphism. However, it is probable that in many such cases a similar evolution like the one described here has taken place. As to the origin of the low dipping foliations it is likely that due to the weakening of the rocks by the higher temperatures gravity collapse or updoming from underneath has played an important role.

ZYRYANOV V.N., Institute of Experimental Mineralogy of the USSR Academy of Sciences, Chernogolovka, Moscow Region, USSR

GEOTHERMOMETERS OF ALKALI ROCKS

A series of geothermometers has been experimentally developed by applying a phase correspondence method for leucocratic minerals from alkali rocks. These geothermometers enable to determine the mineral equilibria temperature beginning with appearance of phenocrysts in a melt up to postmagmatic processes. Among feldspar-bearing alkali rocks a nepheline-feldspar thermometer is mostly widespread in 4 versions to consider a feldspar structural state and the influence of excess silica in the nepheline solid solution. The mineral equilibria temperature of nepheline and feldspar from plutonic and volcanic rocks varies over the range 1050-400°C(by the Ne-Fsp thermometer). In the feldspar-free assemblages of alkali rocks the temperature has been taken by way of leucite-nepheline, sodalite-nepheline, cancrinite-nepheline and sodalite-cancrinite geothermometers. The latter are based on the experimentally established effect of al-

kali redistribution in the system cancrinite-sodalite-leucite-nepheline. With increasing temperature potassium changes from leucite, nepheline, cancrinite to sodalite; from leucite to nepheline and from nepheline to cancrinite; sodium does in the opposite direction. The nepheline-leucite equilibria temperature from alkali lavas (790-820 °C) and nepheline-sodalite one from a sodalite phonolite (900°C) has been estimated by leucite-nepheline and nepheline-sodalite thermometers. The nepheline-sodalite equilibria temperature from the changed miaskites, mariupolites, sodalite and nepheline syenites has been determined by a nepheline-sodalite thermometer over the range 460-600°C. More lower temperatures during the alkali-carbonate metasomatosis of alkali rocks were determined by nepheline-cancrinite and sodalite-cancrinite thermometers. The upper limit of postmagmatic cancrinitization, therewith, was established to be about 400°C. The temperature measurements by experimentally constructed geothermometers agree well with the data on homogenization of the primary (melting) and the secondary (gas-liquid) inclusions and with direct experiments on melting and crystallization of alkali rocks.

ЗЫРЯНОВ В.Н., Ин-т экспериментальной минералогии АН СССР, Черноголовка Московской области, СССР

ГЕОТЕРМОМЕТРЫ ЩЕЛОЧНЫХ ПОРОД

На основании экспериментального изучения равновесий твердых растворов лейкократовых минералов щелочных пород создана серия геотермометров, базирующихся на принципе фазового соответствия. Геотермометры позволяют фиксировать температуру равновесий минералов начиная от появления вкрапленников в расплаве до затухания постмагматических процессов. Для полевошпатсодержащих щелочных пород наибольшее распространение получил нефелин-полевошпатовый термометр, представленный 4 вариантами, учитывающими структурное состояние полевого шпата и влияние избыточного кремнезема в твердом растворе нефелина. Температура, найденная с помощью этого термометра в равновесиях минералов из вулканических и плутонических щелочных пород, колеблется в пределах 1050-400°С. В парагенезисах бесполевошпатовых щелочных пород температура измерялась с помощью лейцит-нефелинового, содалит-нефелинового, канкринит-нефелинового и содалит-канкринитового геотермометров, основанных на экспериментально установленном эффекте перераспределения щелочей в системе канкринит-содалит-лейцит-нефелин. С повышением температуры калий переходит из лейцита, нефелина, канкринита в содалит, из лейцита в нефелин и из нефелина в канкринит, а натрий-в обратном направлении. По лейцит-нефелиновому и нефелин-содалитовому термометрам оценивалась температура равновесий нефелина и лейцита из щелочных

лав (790–820°С) и нефелина и содалита из содалитового фонолита (900°С). Температура равновесий нефелина и содалита из измененных миаскитов, мариуполитов, содалитовых и нефелиновых сиенитов была определена по нефелин-содалитовому термометру в пределах 450–600°С. Более низкие температуры, в процессах щелочно-карбонатного метасоматоза щелочных пород фиксировались по нефелин-канкринитовому и содалит-канкринитовому термометрам, позволившим установить верхний предел постмагматической канкринитизации около 400°С. Результаты измерения температуры с помощью созданных экспериментально геотермометров обнаружили хорошее совпадение с данными гомогенизации первичных (расплавных) и вторичных (газово-жидких) включений и с прямыми экспериментами по плавлению и кристаллизации щелочных пород.

С О Д Е Р Ж А Н И Е / C O N T E N T S

Section 08. ГЕОФИЗИКА 5
GEOPHYSICS

Section 09. ПЕТРОЛОГИЯ 234
PETROLOGY (Igneous and Metamorphic Rocks)

Издание осуществлено с оригинала, подготовленного
к печати Оргкомитетом 27-го МГК

27-й МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ КОНГРЕСС

Тезисы докладов, т. IV (секции С.08,С.09)

Утверждено к печати Оргкомитетом 27-го МГК

Подписано к печати 02.04.84. Т – 09111. Формат 60 × 90 1/16
Бумага для глубокой печати. Печать офсетная. Усл. печ. л. 32,0. Усл. кр.-отт. 32,1
Уч.-изд. л. 35,5. Тираж 7000 экз. Тип. зак. 1413. Бесплатно. Заказное

Издательство "Наука", 117864 ГСП-7, Москва В-485, Профсоюзная ул., д. 90

Ордена Трудового Красного Знамени 1-я типография издательства "Наука"
199034, Ленинград В-34, 9-я линия, 12

492 - офиолиты

497 - силициты.

494 - вулканиты ориентир.

503 - Офиолиты

геол. пл. 237

оф. 241

оф. 244

к-мет. мантии 247

диф. И-Вилюйн 264

магм. и седим. 267

конт. гомогр. 274

Оф. 278

Оф. 280

Комп. оф. ... 283

Оф 287

родингиты 289

Магма океан. мантии 293

К-мет. мантии 297

Офиолиты 299

Грани, магм. комп. 305

Гипербазиты и габбро 307

Офиолиты 320

Офиолиты 324

Офиолиты 326

магм. и мет. комплексы 334

офиолиты 343

Офиолиты 406

Офиолиты 433

Офиолиты 435

Офиолиты 449

Офиолиты 481

Бесплатно

4584

2 р.