

Московский государственный ордена Ленина и ордена  
Трудового Красного Знамени Университет имени  
М.В. Ломоносова

---

Институт геологических наук Академии наук  
Армянской ССР

С.А.ПАЛАНДЖЯН

ИНТРУЗИВНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ГИПЕРБАЗИТОВ  
И ГАББРОИДОВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ  
СЕВАНСКОГО ХРЕБТА

(АРМЯНСКАЯ ССР)

Автореферат диссертаци-  
онной работы на соискание  
ученой степени кандидата  
геолого-минералогических  
наук

Научный руководитель -  
доктор геолого-минерало-  
гических наук, заслуженный  
деятель науки, профессор  
В.С.КОПТЕВ-ДВОРНИКОВ

Московский государственный ордена Ленина и ордена  
Трудового Красного Знамени Университет имени  
М.В. Ломоносова

Институт геологических наук Академии наук  
Армянской ССР

С.А.ПАЛАНДЖЯН

ИНТРУЗИВНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ГИПЕРБАЗИТОВ  
И ГАББРОИДОВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ  
СЕВАНСКОГО ХРЕБТА

(АРМЯНСКАЯ ССР)

Автореферат диссертаци-  
онной работы на соискание  
ученой степени кандидата  
геолого-минералогических  
наук

Научный руководитель -  
доктор геолого-минерало-  
гических наук, заслуженный  
деятель науки, профессор  
В.С.КОПТЕВ-ДВОРНИКОВ

МОСКВА - 1968



264

Институт геологических наук Академии наук СССР

Защита состоится на заседании Ученого Совета  
Геологического факультета МГУ "15" марта  
1968 года. Просьба прислать отзывы на автореферат  
по адресу: Москва, В-234, МГУ, Геологический фа-  
культет, Ученому секретарю.

Автореферат разослан " " января 1968 г.

9102

Диссертационная работа посвящена геологическому строению, петрографии, минералогии и геохимии ультраосновных и основных интрузивных пород юго-восточной части Севанского хребта (Армянская ССР). Исследованный район расположен на северо-восточном побережье озера Севан и ограничен с севера - северо-востока водораздельной линией Севанского хребта, с востока - Зодским перевалом, с запада - меридианом с. Гейсу, с юга - четвертичными отложениями Мазринской равнины.

Геологическое строение северо-восточного побережья оз. Севан освещено в трудах А.С. Гинзберга, К.Н. Паффенгольда, А.Г. Бетехтина, В.П. Ренгартена, Т.Ш. Татевосяна, Ю.А. Арапова, Т.А. Аревшатыан, С.Б. Абовяна, П.Л. Епремяна, И.Г. Гаспарян, Г.О. Пиджяна, Г.Г. Савкяна и других исследователей; начиная с 1960 г. систематическое изучение геологического строения, магматизма и полезных ископаемых северо-восточного побережья оз. Севан проводится коллективом сотрудников Басаргечарской научно-исследовательской базы ИГН АН Арм.ССР (Г.А. Казарян, Г.С. Арутюнян, А.Г. Куюмджян, Л.С. Меликян, Г.А. Саркисян, С.А. Геланджян). Материалы по петрографическому изучению интрузивных пород района (описание микроструктур, оптические константы минералов) содержатся в работах большинства из перечисленных исследователей; специально рассматриваемому вопросу посвящен труд Т.Ш. Татевосяна (1948). Бла-

годаря наличию этих работ оказалось возможным сконцентрировать внимание на вопросах интрузивного магматизма района.

Вместе с тем ряд вопросов геологии интрузивных пород, вещественного состава (петро- и геохимических особенностей, эволюции породообразующих минералов, акцессорной минерализации) до последнего времени были разработаны слабо, по некоторым из них в литературе имелись лишь разрозненные сведения. По вопросу о формационном расчленении ультраосновных и основных пород высказывались различные мнения. Согласно С.Б. Абвяну, интрузивные породы слагают единую габбро-перидотитовую формацию и являются дифференциатами основной магмы; по Т.Ш. Татевосяну, имело место внедрение и дифференциация ультраосновной магмы.

Проведенные автором исследования имеют целью восполнить отчасти указанные пробелы и дать по возможности более разностороннюю характеристику интрузивных пород района. Они позволяют по-новому осветить историю интрузивного магматизма района и выделить самостоятельные гербазитовый и габброидный интрузивные комплексы, отличающиеся по особенностям геологического строения, вещественного состава и своей металлогенической специализацией, выяснить роль дифференциации и гибридизма в возникновении разнообразия интрузивных пород района.

В основу диссертационной работы положен фактический материал, собранный автором при полевых исследованиях

1960-1966 гг., в процессе которых было проведено картирование большей части рассматриваемой территории в масштабе 1 : 25000, отобрано и обработано 1100 образцов и 42 протоочки. Во время камеральной обработки материала изучено 780 прозрачных и 70 полированных шлифов; по материалам автора произведено 42 полных силикатных анализа пород и 7 породообразующих минералов, 730 приближенно-количественных спектральных анализов пород и 100 минералов, количественное определение редких земель в двух образцах апатитов, а также несколько сотен количественных химических и спектральных определений Cr, Ni, Co, Ti, V, Ge, Hg в породах и минералах.

Диссертационная работа изложена на 373 страницах машинописного текста, сопровождающегося 89 иллюстрациями (фотографии обнажений, отдельных образцов горных пород, зарисовки, микрофотографии, диаграммы и пр.), 62 таблицами, в которых сгруппированы фактические данные. Работа состоит из введения, орогидрографического описания, истории геологического изучения, краткого литературного обзора офиолитовых серий Малой Азии и западной части Армянского нагорья, геологического очерка района, четырех основных разделов, в которых изложены геология интрузивных комплексов, петрография и минералогия пород, их химизм, вопросы петрологии и рудоносности, а также заключения. Список использованной литературы насчитывает 271 работу.

### Геологический очерк района

Территория юго-восточной части Севанского хребта приурочена к Ширако-Севано-Акеринской синклинойной зоне, образовавшейся, согласно А.А. Габриеляну, на месте глубокого геосинклинального рифта на стыке двух крупных геотектонических комплексов - Сомхето-Карабахского и Армянского складчатого - и представляющей собой зону глубинного разлома.

После краткого литературного обзора офиолитовой серии Малого Кавказа приводятся сведения по стратиграфии и тектонике юго-восточной части Севанского хребта. Наиболее древними образованиями являются метаморфические сланцы, представленные амфиболитами, горнблендитами, кварцево-сланцевыми, роговообманково-сланцевыми, хлорито-амфиболовыми, серицитовыми и глаукофановыми сланцами. Большинство авторов (К.Н. Паффенгольц, Т.Ш. Татевосян, П.Л. Епремян, А.А. Габриелян, Л.С. Меликян и др.) придерживаются мнения о палеозойском возрасте сланцев, рассматривая их как части древнего субстрата района. Возраст метаморфизма, по данным Л.С. Меликяна, нижнеюрский ( $183 \pm 2$  млн. лет).

В основании мезозойских отложений района расположена мощная вулканогенно-осадочная толща верхнеюрского-верхнемелового (?) возраста, на которой с размывом и угловым несогласием налегают отложения сенона (Л.С. Меликян). В строении отрезка толщи между сс. Кясаман и

Инакдаг принимают участие диабазы, базальтовые, андезитовые афириты и порфириты, спилиты, туфы, туфоконгломераты, туфобрекчии, яшмовидные породы, радиоляриты, грубозернистые песчаники, алевролиты, а также линзобразные тела массивных мраморизованных рифовых известняков. Характерными чертами вулканогенно-осадочной толщи являются базальтоидный состав вулканогенных пород, наличие спилитов, диабазов с шаровой стдельностью, широкое развитие альбитизации и зеленокаменного перерождения, наличие прослоев осадочных пород, яшм, радиоляритов. Эти особенности состава толщи свидетельствуют в пользу ее формирования в подводных условиях и приближают к вулканогенно-осадочным толщам, вмещающим гипербазиты различных регионов.

Отложения сена она представлены трансгрессивной серией, включающей нижнесенонские конгломераты (часто содержащие гальки габброидов), мергели, песчаники, известняки, алевролиты, а также мергелистые известняки верхнего сена (местами с базальными конгломератами и песчаниками). Третичные отложения в исследуемом районе развиты незначительно. Это небольшие выходы среднечоеновых песчаных известняков между сс. Зод и Инакдаг, а также породы неогеновой вулканогенно-осадочной толщи (Л.С. Меликян) в левобережье р. Зод.

Согласно детальным исследованиям Л.С. Меликяна (1963, 1966), подтвержденным наблюдениями автора,

породы досенонской вулканогенно-осадочной толщи обладают моноклинальным строением, отделены от сенонских и более молодых отложений угловым и азимутальным несогласием и совместно с гипербазитами и габброидами составляют самостоятельный - раннеальпийский структурный ярус, соответствующий этапу формирования офиолитовой серии района. Главная складчатость, в которую вовлечены и породы офиолитовой серии, имела место в верхнем эоцене, когда формировались современные структурные элементы района; в ядрах антиклиналей обнажены образования офиолитовой серии (породы вулканогенно-осадочной толщи, гипербазиты и габброиды). Во время главной складчатости породы офиолитовой серии были разбиты многочисленными разломами близширотного, северо-восточного и близмеридионального простирания, приобрели блоковое строение, а местами тектонически перемещены в сенонские и третичные отложения.

#### А. ГЕОЛОГИЯ ИНТРУЗИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Главе предпослан литературный обзор вопросов номенклатуры ультраосновных и основных формаций складчатых областей и геологического строения гипербазитовых поясов.

Гипербазитовый интрузивный комплекс. Породами комплекса сложен крупный Караиман-Зодский гипербазитовый массив, а также ряд более мелких выходов гипербазитов, размещенных в вулканогенно-осадочной толще. В пользу геологической и генетической самостоятельности гипербазитов свидетельствует ряд фактов: 1) отсутствие компле-

ментарности с габброидами, сериальности химизма, геохимическое, петрохимическое и минералогическое отличие между ними; 2) высокая однородность гипербазитов, сложенных главным образом гарцбургитами и их серпентинизированными разностями, при отсутствии полевошпатовых пород; 3) более позднее внедрение габброидов; 4) площадное преобладание над габброидами, особенно четко выраженное в офиолитовом поясе в целом; 5) региональное развитие гипербазитов по всему поясу независимо от наличия крупных массивов габброидов; 6) по особенностям химизма и минерального состава рассматриваемые породы аналогичны гипербазитам - продуктам кристаллизации первичной ультраосновной магмы - различных регионов ( гипермагбазиты, по Н.Д. Соболеву).

Караиман-Зодский массив сложен гарцбургитами и их серпентинизированными разностями, составляющими не менее 95 % его обнаженной площади. Дуниты образуют мелкие линзовидные выходы в центральной части массива, лерполиты и верлиты локализованы в его эндоконтактных частях. Перидотиты и дуниты отличаются массивными текстурами, полосчатые разности развиты незначительно; преобладающее широкое простираание полосчатости совпадает с близширотной вытянутостью массива. Местами развиты неправильной формы, часто жиллообразные, разветвляющиеся и быстро выклинивающиеся метасоматические тела и прожилки энстатититов, бронзититов и вебстеритов, приуроченные к участкам дробления гарцбургитов и дунитов.

Апогардбургитовые серпентиниты слагают более 70 % обнаженной площади Караиман-Зодского массива, остальная часть пород серпентинизирована в меньшей степени. Серпентинизация проявлена как многоактный процесс, развивающийся на фоне многократного дробления и катаклаза гипербазитов. Наиболее ранняя площадная серпентинизация выражена в развитии хризотила. Более поздние антигоритовые серпентиниты локализованы в тектонически нарушенных эндоконтактных частях массива, а также в зонах дробления внутри него, часто в участках развития более поздних габброидных даек.

Габброидный интрузивный комплекс. Интрузивные породы габброидного комплекса образуют сравнительно небольшие куполовидные, пластовые и дайкообразные тела. Наиболее крупными массивами габброидов на изученной территории являются Зодский, Джанахмедский, Кясаманский и Шишкаинский; первые два локализованы в краевых частях Караиман-Зодского гипербазитового массива. Кроме них, в районе обнажено много мелких выходов габброидов, приуроченных к досенонской вулканогенно-осадочной толще.

В отличие от гипербазитов, массивы габброидов являются многофазными образованиями. Первая интрузивная фаза, породы которой слагают более 80 % обнаженной площади габброидного комплекса, сложена нормальными габбро и габбро-норитами в главной интрузивной фации, с посте-

пенными переходами в роговообманково-пироксеновые, роговообманковые микрогаббро и эфитовые кварцевые габбро в эндоконтактных частях, с появлением в них фациальных габбро-пегматитов. Контактные воздействия выражены в слабом ороговикании вмещающих эффузивов. Породами первой интрузивной фазы сложены Зодский, Джанахмедский, Шишкаинский массивы и часть Кясаманского массива. Жильно-магматические образования, пространственно тесно связанные с интрузивными, представлены габбро-порфиритами, беербахитами, роговообманковыми и оливиновыми габбро, габбро-диоритами. Во вторую интрузивную фазу формируются полосчатые лейкократовые габбро, развитые в Зодском и главным образом в Кясаманском массивах. Жильные породы представлены верлитами, пироксенитами и анортозитами; наиболее развиты они в Кясаманском массиве, где секут лейкократовые габбро. Породы третьей интрузивной фазы представлены в главной интрузивной фации плагиогранитами, широко развитыми по всему району в виде мелких штокообразных, реже дайкообразных тел размерами до нескольких сотен метров в поперечнике. Наиболее крупный интрузив этой фазы (1 x 1,5 км) приурочен к западной части Кясаманского массива. В некоторых телах плагиогранитов наблюдается развитие гибридных пород эндоконтактной фации - диоритов, габбро-диоритов, часто содержащих ксенолиты вулканогенных пород, габбро и отличающихся текстурной неустойчивостью, неравномерным распределением цветных мгне-

ралов. Немногочисленные жильные породы представлены плагиогранит-порфирами, микроплагиогранитами, плагио-аплитами.

Многофазное строение массивов габброидного комплекса свидетельствует в пользу их формирования в условиях продолжающейся тектонической активности, открывающей пути для подъема новых порций магмы.

Постмагматическая деятельность, сопровождающая формирование пород габброидного комплекса, выразилась в интенсивном проявлении автометаморфических процессов уралитизации и пренитизации габбро и эпидотизации плагиогранитов.

Возраст пород гипербазитового и габброидного комплексов определяется как досенонский (верхнеюрский - верхнемеловой) (Л.С. Меликян, С.А. Паланджян, З.О. Чибухчян, Ж.С. Вартазарян, 1967) на основании пространственной и структурной взаимосвязи с досенонской вулканогенно-осадочной толщей, налегания на них сенонских отложений, наличия гальки гипербазитов и габброидов в сенонских конгломератах. Определение абсолютного возраста плагиоклазов габброидов методом сравнительной дисперсии двупреломления свидетельствует в пользу их верхнемелового возраста (88,5 млн. лет).

Магматические и постмагматические образования, связанные с третичными гранитоядными комплексами.

В исследуемом районе ограниченное развитие имеют дайки и небольшие штокообразные тела кварцевых и бесквар-

цевых диорит-порфиров, мончикитов, керсантитов, габбро-диабазов, секущие отложения верхнего сенона и породы офиолитовой серии. Определение абсолютного возраста калий - аргоновым методом ( 39 и 41 млн.лет ) свидетельствует в пользу их верхнеэоценового возраста. Крупные третичные гранитоидные интрузивы развиты восточнее исследованного района на территории Азербайджанской ССР; территория юго-восточной части Севанского хребта может рассматриваться как надинтрузивная зона третичных гранитоидов.

С постмагматической деятельностью третичных гранитоидов связано, вероятно, образование лиственитов, некоторые выходы которых в исследуемом районе вмещают орудение золота и ртути. Листвениты развиты по гипербазитам в зонах тектонических нарушений, по которым интрузивы контактируют с верхнесенонскими отложениями, а также по нарушениям внутри гипербазитового массива.

## Б. ПЕТРОГРАФИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ ПОРОД ИНТРУЗИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ

### 1. Петрографическое описание

#### Гипербазитовый комплекс

Наиболее распространенные породы комплекса гарцбургиты - характеризуются простотой минерального состава и сложены оливином ( форстерит-магнезиальный хризолит ) - 75-84 % ( вместе с продуктами его изменения - серпентином и магнетитом ), энстатитом ( 14 - 22 % ), моноклинным

пироксеном ( до 0,2 % ), хромшпинелидом ( 1,5 - 3,3 % ). Поро-  
ды сложены полигональными, иногда несколько округлыми  
зернами оливина, образующими также мелкие пойкилитовые  
включения в ромбическом пироксене и хромшпинелиде. Ром-  
бический пироксен представлен двумя генерациями; наиболее  
развиты выделения первой генерации, ксеноморфные относи-  
тельно оливина. Мелкие длиннопризматические кристаллы ром-  
бического пироксена второй генерации и моноклинного пироксе-  
на приурочены к трещинкам отдельности ромбического пирок-  
сена 1 генерации. Хромшпинелид образует неправильной формы  
выделения, ксеноморфные относительно оливина, обычно разби-  
тые трещинками и метаморфизованные. Структура пород ги-  
пидиоморфнозернистая, с последовательностью кристаллиза-  
ции оливин - хромшпинелид, ромбический пироксен I - ромби-  
ческий пироксен II, моноклинный пироксен. Характерен интен-  
сивный катаклиз гарцбургитов; иногда катаклазированные зер-  
на оливина распадаются на отдельные полоски типа двойнико-  
вых. Катаклиз предшествует развитию серпентина, ранняя ге-  
нерация которого представлена сеткой хризотила, образующей  
петельчатую структуру. Более поздние прожилки антигорита  
развиваются по трещинкам, пересекающим все минералы гарц-  
бургитов.

Верлиты отличаются от гарцбургитов отсутствием энста-  
тита и значительной ролью диоксида, содержания которого  
очень изменчивы - от 15 до 90 %, в связи с чем наблюдаются

постепенные переходы от верлитов к диопсидитам. Диопсид ксеноморфе. относительно кристаллов оливина.

### Габброидный комплекс

Первая интрузивная фаза. Породы главной интрузивной фации - габбро, габбро-нориты - сложены плагиоклазом (лабрадор-битовнит) - 38-61 %, авгитом - 38-56 %, гиперстенем - 0-15 %, кварцем - 0-5 %, титаномагнетитом - 0,6-5,7 %, вторичные - роговая обманка, пренит, хлорит, карбонат. Структура пород габбровая. При переходе к эндоконтактовым частям Джанахмедского массива появляются офитовые габбро, в которых плагиоклаз отличается длиннопризматической формой и резким идиоморфизмом относительно цветных минералов. Местами офитовые габбро содержат мелкозернистый интерстиционный агрегат плагиоклаза и кварца.

Породы эндоконтактовой фации - пироксеновые, пироксено-роговообманковые и роговообманковые микрогаббро - сложены плагиоклазом (лабрадор-битовнит) - 44-51 %, авгитом 0-48 %, цервичной бурой роговой обманкой (обыкновенной) - 0-50 %, титаномагнетитом (до 10 %). Для них характерна пачаллотриоморфнозернистая структура, обусловленная аллотриоморфными, округлыми очертаниями главных породообразующих минералов; такие структуры характерны для микрогаббро (беербахитов).

Вторая интрузивная фаза. Лейкократовые габбро сложены плагиоклазом (битовнит) - 74-88 %, авгитом - 10-26 %, отличаются полосчатым расположением кристаллов последнего. Авгит характеризуется более идиоморфными ограничениями кристаллов по отношению к плагиоклазу, иногда пойкилитовыми вростками в нем, что свидетельствует в пользу более ранней кристаллизации авгита.

Верлиты сложены оливином и продуктами его изменения - серпентинитом, магнетитом - 50-74 %, диопсидом - 10-37 %, гроссуляром - 7-27 %, хромшпинелидом 2-3,8 % и небольшим количеством первичного магнетита. Порядок идиоморфизма: хромшпинелид, магнетит - оливин - пироксен - гроссуляр. Последний образует червеобразные, ксеноморфные выделения, расположенные в интерстициях между зернами оливина и пироксена.

Пироксениты (диопсидиты) представлены панидиоморфнозернистым агрегатом кристаллов диопсида, иногда содержащих пойкилитовые оливиновые включения. Часто пироксениты раздроблены, катаклазированы, по трещинам развивается аллотриоморфная масса зерен моноклинного пироксена и оливина.

Третья интрузивная фаза. Породы главной интрузивной фазы - плагиограниты - сложены плагиоклазом (андезин) - 32-64 %, кварцем (27-45 %), биотитом (0-6,5%), роговой обманкой (0-2,4%), титаномагнетитом (0,1-7,8%), сфеном (0-2 %); вторичные - эпидот, хлорит, карбонат, пренит. При

переходе к породам эндоконтактной фации - кварцевым диоритам, габбро-диоритам - последовательно уменьшается содержание кварца и плагиоклаза, резко возрастает количество роговой обманки, местами титаномагнетита. Структура пород гипидиоморфнозернистая, широко развиты микропегматитовые сростания кварца и плагиоклаза. Плагиограниты интенсивно катаклазированы, к таким участкам приурочены интенсивная эпидотизация и хлоритизация.

II. Минералы пород габброидного  
и гипербазитового комплексов  
и листвеников

864a

1. Особенности состава главных породообразующих минералов. Оливины пород гипербазитового комплекса (дунитов, гарибургитов, лердолитов) характеризуются высокой магнезиальностью, небольшими колебаниями составов и представлены форстеритом или наиболее магнезиальными разностями хризолита (2-13 % Fa). Оптические свойства: (+)  $2V = 84-89^\circ$ ,  $n_g = 1,681 - 1,686$ ,  $n_p = 1,654 - 1,662$ . Наоборот, оливины пород габброидного комплекса проявляют большие колебания состава, железистость их возрастает от верлитов и пироксенитов (4-7% Fa) к оливиновым габбро (36 % Fa).

Ромбические пироксены гарибургитов, лердолитов и энстатитов гипербазитового комплекса относятся к энстатитам и проявляют, также как и оливины, не-



значительные колебания составов: (+)  $2V = 75-86^{\circ}$ ,  
 $n_g = 1,680 - 1,681$ ,  $n_p = 1,664 - 1,669$  (6-10 %  $0fs$ ). Важ-  
ной особенностью химизма энстатита перидотитов является  
высокое содержание  $Al_2O_3$  (6,49 %) и  $CaO$  (5,89 %), что  
свидетельствует в пользу высокой температуры и высокого  
давления при кристаллизации энстатита ( D.H. Green,  
1963, H. Onuki , 1965, Л. Атлас).

В породах габброидного комплекса наблюдается увели-  
чение железистости ортопироксенов от перидотитов (11%  $0fs$ )  
к габбро (31 %  $0fs$ ) и габбро-норитам ( 35%  $0fs$  ).

Моноклинные пироксены. Химический анализ клинопирок-  
сена из верлита гипербазитового комплекса показывает его  
принадлежность и эндиопсидам, низкую железистость  
(  $f = 13$  ), близкую к железистости других породообразующих  
минералов гипербазитов. Эволюция клинопироксенов габбро-  
идного комплекса прослежена на основании химанализов пи-  
роксенов верлита, пироксенита, габбро и лейкократового габ-  
бро. В рассматриваемом ряду  $f$  клинопироксенов увеличива-  
ется от 11 до 22; наиболее железистым является клинопиро-  
ксен анортозита, состав которого по оптическим данным  
 $Wo_{40}En_{38}Fs_{22}$ . Интервал изменения железистости клинопирок-  
сенов габброидного комплекса значительно больше, чем это  
установлено для детально изученных гипербазитов Японии  
(H. Onuki , 1965), и приближается к таковому для расслоенных  
интрузий Стиллутер, Бельхелви (Н.Л.Добрецов, 1964 ), од-

нако значительно меньше пределов колебания железистости клинопироксенов расслоенных трапловых интрузий (Скергаард и др.).

Роговые обманки. Все амфиболы пород габброидного комплекса по оптическим и химическим свойствам относятся к группе обыкновенной роговой обманки. Наиболее магнезиальны бурые роговые обманки габброидных пород I интрузивной фазы ( $100 M_g / M_g + \Sigma Fe = 60-66$ ), тогда как для зеленой роговой обманки из кварцевого диорита III интрузивной фазы это отношение составляет 54-55.

Плагиоклазы. Устанавливается закономерное изменение состава плагиоклазов с эволюцией габброидной магмы. Наиболее основной плагиоклаз (№ 76-89) содержат породы второй интрузивной фазы - лейкократовые габбро и анортозиты, образовавшиеся при дифференциации первичной габброидной магмы. В интрузивных породах первой фазы - различных габбро - плагиоклаз содержит в среднем на 8-9% меньше анортозита; эти породы, как показывает петрохимическое изучение, отражают состав контаминированной силикатическим материалом габброидной магмы. Кислые производные последней - плагиограниты - содержат андезин № 35-40; состав плагиоклаза гибридных пород эндоконтактной фации плагиогранитов весьма неустойчив и колеблется в пределах №№ 14-38.

Установлена высокая степень упорядоченности плагиоклазов габбро, плагиогранитов, кварцевых и бескварцевых диоритов.

## 2. Акцессорные минералы.

При отборе и обработке проб автор придерживался общепринятой методики (В.В.Ляхович, Б.М.Меликсетян), с учетом специальных методических работ С.Ф. Соболева по ультрабазитам. В породах гипербазитового и габброидного комплексов и лиственитах обнаружено всего 19 акцессорных минералов, для которых рассчитаны содержания в г/т по отдельным протолочкам. По своему возрастному и генетическому положению, устанавливаемому по морфологии, взаимоотношениям с породообразующими и другими минералами, акцессории разделены на собственно-магматические (магнетит, хромшпинелид, ильменит, рутил, апатит, циркон, сфен, гранат), гидротермальные (магнетит, пирит, пирротин, халькопирит, герсдорфит, киноварь, галенит), гипергенные (гематит, лимонит, малахит, ковеллин, самородные медь и свинец). В лиственитах выделены также реликтовые минералы - хромшпинелид, апатит, циркон, унаследованные от материнских пород - серпентинитов.

Породы гипербазитового и габброидного комплексов различаются по видовому составу и содержаниям акцессорных минералов. Гипербазиты характеризуются значительной обедненностью акцессориями (обнаружены лишь хромшпинелид, апатит, циркон, магнетит, пирит, пирротин, гематит), отсутствием первичного магнетита, титановых минералов, харак-

терных для пород габброидного комплекса; апатит и циркон встречаются в отдельных пробах гипербазитов в незначительных количествах (обычно доли г/т). Типичным и широко распространенным аксессуаром гипербазитов является хромшпинелид, кристаллизующийся в позднемагматическую стадию, после оливина. Сульфиды (пирит и пирротин) гипербазитов кристаллизовались после главных породообразующих минералов, но до серпентинизации, и связаны, вероятно, с явлениями ликвации в ультраосновном расплаве. При серпентинизации гипербазитов образуются значительные количества вторичного магнетита, бедного титаном ( $TiO_2 \approx 0,33\%$ ). Обращает внимание геохимическое однообразие аксессуаров гипербазитов: для них характерны минералы Cr и Fe

Породы габброидного комплекса отличаются от гипербазитов более широким набором аксессуаров: в них обнаружены магнетит, ильменит, хромшпинелид, рутил, апатит, циркон, сфен, гранат, пирит, пирротин, халькопирит, герседорфит, гематит, лимонит, малахит, ковеллин, самородные медь и свинец. Обращает внимание наличие первичного магнетита, титановых минералов, более частая встречаемость апатита, циркона. Установлено изменение видового состава аксессуаров и химизма некоторых из них от ультраосновных через основные к кислым производным комплекса. Магнетиты ультраосновных дериватов комплекса резко обеднены

титаном (0,23%  $TiO_2$  в пироксенитах), тогда как в габбро они содержат 5,6%  $TiO_2$ , в плагиигранитах - 4,70%. Наибольшее содержание  $TiO_2$  (8,05%) констатировано в титаномагнетитах пород эндоконтактной фации плагиигранитов, что отражает гибридное происхождение последних при ассимиляции обогащенных  $TiO_2$  вулканогенных пород досенонской толщи. В отличие от ультраосновных, в основных, средних и кислых производных габброидного комплекса установлен сосуществоющий с титаномагнетитом ильменит. Для кислых производных комплекса характерно некоторое увеличение содержаний циркона, постоянное присутствие апатита и появление акцессорного сфена, что закономерно связано с повышением кремнекислотности и щелочности расплавов. Вместе с тем ряд особенностей акцессорной минерализации плагиигранитов свидетельствует об их генетической связи с габброидной магмой: унаследованность общего видового состава акцессориев от габброидов, отсутствие редкометалльных, редкоземельных и других акцессориев, характерных для пород гранитоидных формаций, высокие содержания титана в магнетитах, частое присутствие ильменита.

При формировании лиственитов, вероятно, в связи с гидротермальной деятельностью верхнеэоценовых гранитоидов, образуются киноварь, пирит, галенит, халькопирит.

## В.ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЗМА ПОРОД МАГМАТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

### 1. Петрихимическая характеристика

Гипербазитовый комплекс. Диаграмма, построенная по методу Н.Д. Соболева (1952, 1959), выявляет следующие главные петрохимические черты гипербазитов:

1. Величина коэффициента  $M/F$  для перидотитов и дунитов выше семи; на гистограмме величин  $M/F$  отчетливо выражен резкий максимум частоты, равный девяти.

2. Величина характеристики "b" для перидотитов и дунитов колеблется в пределах 55-68, причем наиболее часто встречаются значения, близкие к 60. В правом поле диаграммы точки гипербазитов расположены кучно.

3. Расчет нормативных составов гипербазитов показывает, что подавляющая часть их относится к гарцбургитам, содержащим 15-40 % нормативного ромбического пироксена. Эти данные свидетельствуют в пользу высокой однородности исходной ультраосновной магмы.

Габброидный комплекс. Породы габброидного комплекса отличаются от гипербазитов значительным разнообразием химизма. Фигуративные точки пород первой интрузивной фазы - различных габбро - располагаются в средней части диаграммы А.Н. Заварицкого; величины характеристики "b" для них варьируют в пределах 22-34, "a" - 4.2 - 10, 3. Явления дифференциации отражены в закономерном увеличении величин "a", "c"

и отношения  $a/c$  с уменьшением величины " $b$ ". Некоторая дифференциация в камере интрузива пород первой фазы, прослеженная на примере Джанахмедского массива, приводит, с одной стороны, к повышению общего содержания железа, железистости нормативного цветного минерала и уменьшению количества  $SiO_2$  (при переходе к роговообманковым микрогаббро эндоконтактной фации), с другой стороны, к увеличению содержания  $SiO_2$  без существенного изменения количества щелочей (при переходе к офитовым габбро).

Линии эволюции химизма пород габброидного комплекса развиваются в различных направлениях от ареала фигуративных точек габбро. Ультраосновные породы габброидного комплекса, анализы которых расположены в нижней части диаграммы А.Н. Заварицкого, отличаются от гипербазитов пониженной магниальностью (величина  $M/F$  от 1 до 8), существенной ролью нормативного диоксида, обогащенностью  $CaO$  и  $Al_2O_3$ .

Выше фигуративных точек габбро вариационная линия раздваивается. Одна ветвь ее проходит через точки лейкократовых габбро и анортозитов, здесь наблюдается резкое уменьшение величин " $b$ " и увеличение " $c$ "; величины " $a$ " не подвергаются значительным колебаниям, не происходит существенного увеличения относительной концентрации щелочей и кремнезема. Другая ветвь эволюции химизма выражается при переходе от габбро к кварцевым диоритам, плагιοгранитам и сопровождается уменьшением количества мафических компонентов, увеличением кислотности нормативного плагиоклаза

и пересыщением пород кремнеземом. Такое раздвоение вариационных линий характерно для интрузивных комплексов габброидной магмы других регионов. — Урала (С.Ф. Соболев, 1965), Алтае-Саянской области (И.М. Волохов, 1965) и отражает, по видимому, общие для них процессы фракционной дифференциации, с одной стороны, и глубинной ассимиляции сиалического материала — с другой.

Направление местной ассимиляции плагиогранитовым расплавом базальтоидных пород и образования диоритов, габбро-диоритов выражено в уменьшении величины "Q" и увеличении количества  $Mg$ ,  $Ca$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Ti$ ,  $Al$ ,  $OH$  на единицу объема (по Т.Барту).

Эффузивные породы досенонской вулканогенно-осадочной толщи относятся к известково-щелочному (тихоокеанскому) ряду. По сравнению с породами габброидного комплекса они характеризуются большей величиной "а" (8,3 — 13,3) и меньшими значениями "с" (2,4 — 5,5), что показывает несколько повышенную щелочность вулканогенных пород относительно габброидов. Отчетливо выражено резкое преобладание натрия над калием (величина "n" от 89,5 до 98,3). Петрохимический анализ показывает отсутствие комагматичности досенонских вулканогенных пород с габброидами, в пользу чего свидетельствует значительное отклонение фигуративных точек эффузивов от вариационных линий габброидного комплекса.

Породы третичных гранитоидных комплексов отличаются

от габброидов повышенной щелочностью (величины "а" до 12,6), более значительной ролью калия ( величина "n" опускается до 58,7), высокими содержаниями  $TiO_2$  (до 3 % в лампрофирах). На диаграмме А.Н. Заварицкого фигуративные точки рассматриваемых пород обнаруживают большой разброс и не подчиняются определенной закономерности. Это объясняется, повидимому, тем, что далеко не все члены третичного гранитоидного комплекса обнажены на современном эрозионном срезе. Можно предположить, что гранитоидная магма была интенсивно гибридизирована, в результате чего породы обладают повышенной основностью и значительными колебаниями содержаний щелочей и других компонентов даже в разностях, близких по взаимоотношению цветных и лейкократовых минералов.

## 2. Геохимическая характеристика

На основании химических определений Cr, Ni, Co, Ti, Mn, Ge, Hg и спектральных анализов на Cr, Ni, Co, V, Li, Be, Sr, Ba, Sc, Y, Zr, Yb, Cu, Zn, Ga, Pb, В рассмотрено поведение этих элементов в породах гипербазитового и габброидного комплексов, а также обсуждены геохимические особенности магматических и метасоматических (листвениты) пород района.

Гипербазитовый комплекс. Геохимический облик гипербазитов характеризуется общей обедненностью акцессорными элементами, особенно редкими и малыми петрогенными. Гипербазиты района содержат кларковые количества Mn, Ni, Cr, Co, Ti, V, Hg, пониженные относительно кларка Zr, Ga, Ge, Sr, повышенные —

$B$ ,  $Cu$ ,  $Zn$ . В гипербазитах постоянно обнаруживаются элементы группы железа, среди которых  $Cr$  и  $Ni$  присутствуют в высоких содержаниях (десятые доли %), тогда как  $Ti$  и  $V$ , характерные для основных магм, констатированы в незначительных содержаниях (тысячные - сотые доли %). Содержания бора увеличиваются со степенью серпентинизации гарибургитов. Характерны постоянные высокие содержания цинка (сотые доли %) и меди (в среднем 0,008 %). По своим геохимическим особенностям гипербазиты района аналогичны гипербазитам многих других подвижных зон, охарактеризованным в работах Г.В. Пинуса, Д.С. Штейнберга, Н.П. Михайлова и других исследователей.

Габброидный комплекс. Породы первой интрузивной фазы - различные габбро-играющие ведущую роль, отличаются от гипербазитов более широким набором микроэлементов; характерными элементами габбро, кроме элементов группы железа, являются также  $Sc$ ,  $Cu$ ,  $B$ ,  $Ga$ ,  $Li$ ,  $Sr$ . По сравнению с гипербазитами в габбро наблюдаются значительно более высокие содержания  $Ti$  и  $V$  - элементов, геохимически связанных с железом. Геохимическая самостоятельность габброидов четко выявляется при рассмотрении некоторых парных отношений элементов. Так, отношение  $Ti \cdot 10^2 / \Sigma Fe$  в гипербазитах равно 0,8, в габброидах - 4,8; отношение  $Ni \cdot 10^3 / Mg$  для гипербазитов 6,3, для габброидов 2,1. Если в гипербазитах отношение  $Cr : Ni : Co$  равно 15 : 11 : 1, то в габбро оно опускается до 4 : 2 : 1.

Два направления петрохимической эволюции пород габброидного комплекса отчетливо отражаются и в изменении состава и содержаний микроэлементов. В ряду верлит - пироксенит - лейкократовое габбро-анортозит происходит последовательное уменьшение содержаний Cr, Ni, Co, Sc, Cu, Zn (элементов, концентрирующихся в цветных минералах) и увеличение количества Li, Sr, Ga (концентрирующихся в плагиоклазах). Ультраосновные производные габброидного комплекса отличаются от пород гипербазитового комплекса более высокими содержаниями Sc, Ti, V, Cu, Sr, Li, пониженным содержанием Ni и отношением Ni/Mg. При переходе от габбро к кислым производным - плагиогранитам происходит увеличение содержаний силических элементов - Be, Zr, Y, Yb, а также Ga и Ba и понижение Ti, Mn, Cr, Ni, Co, V, Sc, Cu, Zn - характерных элементов габброидных пород, геохимически связанных с Mg и Fe.

Процессы гибридизма плагиогранитового расплава при образовании кварцевых диоритов, габбро-диоритов отражаются в увеличении в последних содержаний мафических элементов - Cr, Ni, Co, Mn, Ti, V, Sc, Zn.

Породы третичных гранитоидных комплексов отличаются от габброидов геохимической самостоятельностью, выраженной в повышенных содержаниях ряда металлогенных (Cu, Pb, Zn, Ga), редких (Y, Zr, Yb) и малых петрогенных элементов (Li, Be, Sr, Ba), а также

бора: в габбро-диабазам и лампрофирах лишь свинец обнаружен в количестве ниже кларкового; содержания Cr, Ni, Mn, Zn близкие к кларковым, остальные элементы содержатся в повышенных количествах.

При лиственитизации серпентинитов происходил привнос Li, Sr, Ba, Hg, Sb, As, Ge, что отражает их генетическую связь с гидротермами гранитоидов.

### Г. НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПЕТРОЛОГИИ И РУДОНОСНОСТИ ГИПЕРБАЗИТОВ И ГАББРОИДОВ.

#### Гипербазиты.

С происхождением гипербазитов складчатых зон связаны сложные петрологические проблемы, рассмотренные в трудах Ф. Тернера и Дж. Ферхугена, В.Е. Петрашека, А.П. Лебедева, Г.В. Пинуса, Н.П. Михайлова, Н.Л. Добрецова и других исследователей. В пользу глубинного, мантийного происхождения гипербазитов свидетельствуют однородность состава, одинаковая магнезиальность их оливинов в самых различных регионах, независимо от возраста (Н.Д. Соболев, Н.Л. Добрецов и др.), сходство общего химизма и состава минералов с таковыми перидотитовых включений в базальтоидах (С. R. Ross и др., W. P. de Roever, и др.).

Петрографическое изучение гипербазитов юго-восточной части Севанского хребта свидетельствует об их кристаллизации из расплава; согласно экспериментальным данным по

системе  $MgO - FeO - SiO_2$  (N.L. Bowen and J.F. Schairer, 1935), кристаллизация соответствующих расплавов оканчивается при  $1500 - 1600^\circ$ . Определение температуры кристаллизации по составам сосуществующих оливинов и ромбических пироксенов (P. Bartholome, 1960) показало величину выше  $1100^\circ$  (коэффициент  $k = 5,4 - 12,2$ ). В пользу высокой температуры кристаллизации гипербазитов свидетельствуют повышенные содержания  $CaO$  и  $Al_2O_3$  в энстатите. По данным В.В. Жданова (1963), наличие метана в гипербазитах Урала, Албании, Кубы и других регионов говорят об их кристаллизации при температуре выше  $1200^\circ$ .

Особенности минерального парагенезиса и химизма пироксенов отражают глубинные условия кристаллизации гипербазитов, в пользу чего свидетельствуют высокие содержания в энстатитах глинозема, а также парагенезис пироксенов со шпинелью (хромшпинелидом), отсутствие плагиоклаза; экспериментальное изучение некоторых составов, лежащих внутри системы  $MgO - CaO - Al_2O_3 - SiO_2$ , показало, что ассоциация  $Ol - An$  устойчива при низком давлении, тогда как переход к парагенезису  $Di - En - Sp$  требует высокого давления (А.А. Ротштейн, 1962).

С глубинными высокотемпературными условиями кристаллизации гипербазитов находятся в резком противоречии проникновение их на небольшие глубины, принимаемое большинством исследователей и выраженное в тесной пространственной и возрастной ассоциации с геосинклинальными вулканогенными и осадочными толщами, а также отсутствие вокруг

массивов гипербазитов высокотемпературных контактовых изменений. Изучение температурного влияния ультраосновных пород на угли показывает, что температура на контакте была не выше  $600^{\circ}$  ( R. B. Sosman, 1940, K. E. Clegg, 1959, A. T. Базилевский, 1966). Для решения этого противоречия был предложен ряд гипотез ( Н. Н. Hess, N. L. Bowen, W. P. de Roever и др.), кратко рассмотренных в работе.

На основании изучения геологического строения и вещественного состава гипербазитов юго-восточной части Севанского хребта, а также опираясь на литературные данные по петрологии гипербазитов, автор предполагает следующую последовательность их формирования:

1. Внедрение и кристаллизация однородного гипербазитового расплава произошли на значительной глубине ( повидимому, порядка 15 км) в зоне глубинного разлома, в обстановке ориентированного давления.

2. Дальнейшее перемещение гипербазитов в верхние горизонты земной коры произошло, повидимому, уже в кристаллическом состоянии и сопровождалось их катаклизмом. В качестве фактора, облегчающего подъем раскристаллизованной массы, может рассматриваться фреатическая серпентинизация (Н. Д. Соболев, 1962) под воздействием морских вод, устремляющихся навстречу гипербазитам по ослабленным участкам в зоне глубинного разлома; экспериментальные исследования (С. В. Raleigh, M. S. Paterson, 1965) доказали, что при температуре  $300-500^{\circ}$  и давлении от 3,5 до 5 кб происходит резкое падение прочности серпентитов. Обстановка бокового давления и образующаяся

серпентинитовая оболочка вокруг гипербазитовой массы способствуют продвижению последней вверх.

Металлогеническая специализация пород гипербазитовой магматической формации на хром, магнезит, асбест, тальк обоснована в работах многих исследователей; в этом отношении выделение на северо-восточном побережье оз. Севан самостоятельного гипербазитового интрузивного комплекса расширяет и подчеркивает перспективы района в отношении указанных месторождений. В районе известны небольшие месторождения и проявления хромита, асбеста и талька. Наиболее крупные хромитовые тела приурочены к дунитовым фациям наиболее дифференцированного Шоржинского массива; мелкие гнезда и линзы хромита в Караиман-Зодском гипербазитовом массиве локализованы в перидотитах (С.Б. Абовян, 1961). Как показывает проведенное нами геохимическое исследование, по содержаниям Cr гипербазиты Караиман-Зодского массива не отличаются от гипербазитов других регионов (Южная Сибирь, Большой Кавказ и др.), в том числе и от многих хромитоносных массивов Урала. Таким образом, отсутствие сколько-нибудь значительных месторождений хромита в Караиман-Зодском массиве не связано с геохимическими особенностями гипербазитов и обедненностью исходной магмы хромом. Сравнение с хромитоносными массивами Урала, Малой Азии и других регионов показывает, что наличие в них крупных месторождений связано с дифференцированностью, причем на-

иболее крупные объекты локализованы в дунитовых фациях. Это позволяет предполагать, что незначительная хромитовосность Караиман-Зодского массива является результатом его петрографической однородности.

#### Габброиды.

Интрузивная деятельность габброидной магмы на территории юго-восточной части Севанского хребта имела место после внедрения гипербазитов; пространственная взаимосвязь габброидов с гипербазитами и приуроченность крупных выходов габбро к краям Караиман-Зодского гипербазитового массива говорят об использовании габброидной магмой тектонических направлений, контролировавших внедрение гипербазитов.

Среди разнообразия пород, слагающих массивы комплекса, можно выделить два типа эволюции исходной габброидной магмы. Дифференциация первичной магмы привела к образованию лейкократовых габбро, верлитов, пироксенитов и анортозитов, слагающих вторую интрузивную фазу; другое направление эволюции привело к образованию кислых дериватов - плагиогранитов.

Изучение петрохимических особенностей пород габброидного комплекса при помощи диаграмм В.Н. Лодочникова, П.Ниггли, Е.А. Кузнецова позволяет проанализировать причины их разнообразия и рассмотреть вопрос о составе родоначальной магмы. На диаграмме, построенной по методу

В.Н. Лодочникова для средних составов пород габброидного комплекса север-восточного побережья оз.Севан, выделяют-ся два ряда комплементарности пород: 1) пироксениты, лейкократовые габбро и анортозиты; 2) габбро-кварцевые диориты - плагиограниты. Естественно предложить, что состав, общий для обоих рядов и определяемый точками пересечения линий комплементарности, должен отражать состав исходной магмы габброидного комплекса. Вместе с тем диаграмма показывает, что средний состав габбро I интрузивной фазы, с которыми комплементарны кислые производные комплекса, несколько богаче кремнеземом относительно исходного состава. Это обстоятельство позволяет предполагать, что габброиды I фазы, по своей распространенности играющие роль главной интрузивной фазы, соответствуют составу контаминированной силикатическим материалом габброидной магмы, при дифференциации которой образовались плагиограниты. В пользу такого предположения свидетельствуют более кислый характер среднего габбро района по сравнению со средним габбро по С.Р. Ноккольдсу (пониженные величины характеристик "b", "c", и - "Q", повышение "s" и "a"), а также расположение фигуративной точки среднего габбро на диаграмме П. Ниггли в треугольнике PRQ - фигуративном поле для пород, пересыщенных кремнеземом.

Намечается близость характера эволюции химизма пород габброидных интрузивных комплексов различных регионов (Урал, Алтай-Саянская область, Закавказье), выраженная

не только в раздвоении петрохимических вариационных линий, но и в некоторых общих чертах эволюции состава породообразующих минералов (относительно слабое изменение железистости цветных минералов, существенное изменение состава плагиоклазов). Последнее обстоятельство, как отмечалось Н.Л. Добрецовым (1964), характерно для расслоенных габбро-норитовых интрузий типа Белхелви, Стиллутер и др. Можно предполагать, что физико-химические условия дифференциации магмы геосинклинальных габброидных комплексов и указанных расслоенных интрузий были близки. Вместе с тем отличительной особенностью геосинклинальных габброидов является многофазное строение, а также значительно большая роль в них кислых производных существенно натриевого состава, что, по видимому, объясняется их приуроченностью к орогенным областям, в которых возможно существование промежуточных очагов и условий для ассимиляции габброидной магмой силикатического материала.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Продукты альпийского эвгеосинклинального магматизма района слагают три самостоятельных комплекса, с определенной направленностью развития - вулканогенно-осадочный, гипербазитовый и габброидный, породы которых отличаются петро- и геохимической самостоятельностью.

2. Массивы гипербазитов - наиболее ранних интрузивных образований - характеризуются однородным сложением; резко

преобладающим типом пород являются гардбургиты, в различной мере серпентинизированные. Особенности химизма рассматриваемых ультраосновных пород показывают их генетическую самостоятельность и позволяют отнести их к гипербазитовой магматической формации.

3. Интрузивная деятельность габброидной магмы привела к формированию многофазных массивов, в строении которых участвуют, помимо преобладающих габброидов, также дериваты ультраосновного, среднего и кислого состава. В отличие от гипербазитов, исходная магма габброидного комплекса претерпела сложную эволюцию, в которой сочетались процессы глубинного и местного гибридизма и дифференциации, происходившие как в магматических очагах, так и в камерах интрузивов.

4. Небольшие дайки и штокообразные тела диорит-корфиритов, габбро-диабазов, лампрофиров верхнеэоценового возраста отличаются от габброидов геохимической самостоятельностью и могут рассматриваться в качестве членов нескрытых гранитоидных интрузивных комплексов.

Опубликованные работы автора по теме  
диссертации:

1. К. геологии интрузивных пород габбро-перидотитовой формации северо-восточного побережья оз. Севан. IU Закавказ. конф. молодых научных сотр. геологических институтов. Тезисы докл. Ереван, 1962.

2. К геологии ультраосновных и основных интрузивных пород северо-восточного побережья оз. Севан. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, ХУШ, № 1, 1965.

3. Некоторые данные о петрохимических особенностях ультраосновных пород Армянской ССР. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, ХІХ, № 1-2, 1966.

4. Германий в интрузивных породах юго-восточной части Севанского хребта. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, ХІХ, № 5, 1966. ( в соавторстве с А.И. Карапетяном).

5. К вопросу о германиеносности магнетитов различного происхождения. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, ХІХ, № 8, 1966 ( в соавторстве с Г.М. Мкртчяном, А.И. Карапетяном, Р.Л. Мелконяном, О.П. Гуюмджяном).

6. К вопросу о геологической позиции и возрасте офиолитовой серии Ширако-Севако-Акеринской зоны Малого Кавказа. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 1-2, 1967 ( в соавторстве с Л.С. Меликяном, З.О. Чибухяном, Ж.С. Вартазарян).

7. О составе акцессорного магнетита интрузивных пород юго-восточной части Севанского хребта. "Материалы республ. научно-технической конференции молодых ученых". Ереван, 1967.

Вф. 03615      Объем 1,2 печ. листа Зак. 63 Тир. 250

ОКМП ЦСУ Армянской ССР, г.Ереван, пр.Орджони-  
нидзе, 7

864