

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱ  
ԵՐԿՐԱՐԱՆԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

Աղամայան Վիլեն Արշավիրի

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԲՅՈՒՐԵՂԱՅԻՆ ՀԻՄՔԸ

- Ղ. 00.04 - <<Ապարագիտություն, հրաբխագիտություն, լիթոլոգիա >> և  
Ղ. 00.01 - <<Ուեգիոնալ երկրաբանություն, երկրատեկտոնիկա,  
հնէաբանություն և շերտագրություն>>  
մասնագիտություններով երկրաբանական գիտությունների  
դոկտորի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

Սեղմագիր

ԵՐԵՎԱՆ - 1998

---

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ  
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

Агамалян Вилен Аршавирович

КРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ФУНДАМЕНТ АРМЕНИИ

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени  
доктора геологических наук по специальностям

- 04.00.04 - <<Петрология, вулканология, литология>> и  
04.00.01 - <<Региональная геология, геотектоника,  
палеонтология и стратиграфия>>

ЕРЕВАН - 1998

Առենախոսության բեման հաստատվել է ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտում:

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ. Երկրաբանական-հանքաբանական գիտությունների դոկտոր  
Մելքոնյան Ռ.Լ. (ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ)  
Երկրաբանական-հանքաբանական գիտությունների դոկտոր  
Սոկոլով Ս.Դ. (Ռուսաստանի ԳԱ Երկրաբանական ինստիտուտ)  
Երկրաբանական-հանքաբանական գիտությունների դոկտոր  
Մալխասյան Է.Գ.

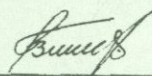
Առաջատար կազմակերպություն Երևանի Պետական համալսարան

Պաշտպանությունը կայանալու է դեկտեմբերի 22-ին ժամը 11.00  
ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի Թ.054 Մասնագիտացված խորհրդի նիստում:  
Հասցեն: Երևան, Մարշալ Բաղդամյանի պող. 24ա:

Առենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ գրադարանում:

Սեղմագիրը առաքված է 21 նոյեմբերի 1998թ.

Մասնագիտացված գիտխորհրդի գիտական քարտուղար,  
Երկրաբանական-հանքաբանական գիտությունների թեկնածու



Շահինյան Հ.Վ.

Диссертация утверждена в Институте Геологических наук НАН РА

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук  
Мелконян Р.Л. (ИГН НАН РА)  
доктор геолого-минералогических наук  
Соколов С.Д. (ГИН Российской АН)  
доктор геолого-минералогических наук  
Малхасян Э.Г.

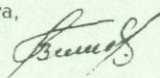
Ведущая организация: Ереванский Государственный университет

Защита состоится 22 декабря 1998г. в 11.00 на заседании  
Специализированного совета 054 ИГН НАН РА  
по адресу: 375019, Ереван-19, пр.Маршала Баграмяна 24а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИГН НАН РА.

Автореферат разослан 21 ноября 1998г.

Ученый секретарь Специализированного совета,  
кандидат геолого-минералогических наук



Шагинян Г.В.

Уважаемому Шаваршу Вагасовичу Амбарцумян  
и его автору.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

23/07 98

В. Амбарцумян

Актуальность темы. Территория Армении является небольшим (30 тыс. кв. км), но ключевым звеном в глобальной цепи Альпийско-Средиземноморского пояса Тетиса. Здесь на синтаксисе максимального сближения Аравийской и Русской платформ имеет место дугообразное сочленение близширотных структур Восточного Средиземноморья с юго-восточными структурами Передней Азии, а также переход к югу от линейно-складчатого обрамления Восточно-Европейской платформы (Кавказ, Закавказье) к Перигондванским глыбово-складчатым образованиям Армянского нагорья. Изучение метаморфических комплексов и кристаллического фундамента в целом, подстилающих горно-складчатые сооружения региона, играет важную роль в познании геологической истории становления и эволюции земной коры. Особенности тектонического строения (складчатость, разломы), сейсмичности, магматизма и рудообразования во многом обусловлены вещественным составом, структурой и поведением кристаллического фундамента при реализации подкоровых и коровых эндогенных процессов. Положение поверхности фундамента лимитирует глубину осадочных прогибов, вмещающих скопления нефти и газа. Вся земная кора ниже поверхности фундамента на 35-45 км сложена метаморфическими породами. Выходы метаморфических комплексов по площади больше офиолитов и отложений палеозоя Армении, а по интервалу геологического времени превосходят фанерозой. В них локализованы крупные метаморфогенные месторождения рутила, доломита, мрамора, граната, графита, турмалина, проявления золота, редких металлов и железа. Настоящая работа посвящена детальной характеристике геологии, петрографии, петрохимии, геохимии, минералогии и полезным ископаемым метаморфических комплексов, восполняющей пробел в геологических знаниях о ранних этапах формирования и эволюции земной коры территории Армении.

Объем диссертационной работы составляет 369 страниц, в том числе 33 таблиц и 57 рисунков на 51 страницах (геолого-петрографические карты и разрезы, петрохимические и минералогические и другие диаграммы). В отдельную книгу в 171 страниц в виде текстовых приложений вынесены описания метаморфических комплексов Альпийско-Средиземноморского пояса (Приложение 1), геолого-петрографические описания разрезов метаморфических комплексов Армении (Приложение 2) и таблицы химических составов метаморфических пород (Приложение 3).

Цель исследования заключалась в установлении пространственных и хронологических закономерностей формирования и эволюции кристаллического фундамента области сочленения пассивной и активной окраин Тетиса.

1938

### Основные задачи исследования:

1. Разграничение автохтонных выступов кристаллического фундамента от аллохтонных, а также от продуктов площадного контактового метаморфизма и продуктов локального дислокационного метаморфизма. Разграничение разновозрастных выступов фундамента по результатам Rb-Sr изохронных датировок и привязки аллохтонных блоков к фундаменту определенного возраста.

2. Уточнение стратиграфии докембрия, расчленение сланцевой толщи, выделение и изучение формаций древнейших вулканогенных и интрузивных пород.

3. Выделение типов, серий и фаций метаморфизма как термобарических полей геологического прошлого, определение соотношений стратиграфических подразделений с фаціальными сериями метаморфизма.

4. Восстановление исходного состава сланцев и интрузивов посредством "снятия" метаморфизма и изучение на этой основе закономерностей и геодинамических условий осадконакопления, вулканизма, интрузивного магматизма и рудообразования ранних этапов геологической истории.

5. Составление карты кристаллического фундамента путем геологической интерпретации геофизических материалов с учетом физических параметров петрографически охарактеризованных образцов метаморфических пород.

В основу работы положены результаты многолетних исследований автора по Армении, а также геологических наблюдений, проведенных на Кавказе, в Болгарии, Италии, Греции, Чехословакии и Австрии в рамках полевых встреч по Международным проектам N5 и N273 МПГК при ЮНЕСКО и многочисленным экскурсиям Всесоюзных и Региональных геологических совещаний.

### Научная новизна

1. Выделены фации и формации (серии) метаморфизма метаморфических комплексов Армении.

2. Составлены детальные геолого-петрографические карты и разрезы всех метаморфических комплексов Армении - Цахкуняцкого хребта, Ахумского, Амасийского, Дзорагетского и Гергерского (Степанаванского) массивов, Севанского хребта и левобережья реки Аракс с детальным площадным литолого-стратиграфическим расчленением метаморфических комплексов и вмещающих образований общей площадью в 2000 кв. км.

3. Среди метаморфических образований выделены: 1) выступы байкальского кристаллического фундамента (Цахкуняцкий и Айнтапский массивы), 2) выступы герцинского кристаллического фундамента (Ахумский и Асрикчайский массивы), 3) метаморфические комплексы аллохтонных блоков,

ассоциирующих с офиолитами, представленные Амасийским, Дзорагетским, Гергерским массивами, выходами Севанского хребта и урочища Аджарис и Ераносским выходом, 4) выделены метаморфические комплексы площадного контактового метаморфизма провеса кровли Мегринского плутона района сс.Нювады, Шванидзор, Малев (Нювадийская толща), Малевского массива и blastsмилониты, относимые ранее к выступам докембрийского фундамента Зангезура.

4. Предполагается, что аллохтонные блоки метаморфических пород являются фрагментами различных уровней герцинского кристаллического фундамента Сомхето-Карабахской зоны, вовлеченными в офиолитовую олистострому и меланж в уже метаморфизованном виде по-видимому в ходе обдукции океанической коры.

5. Разработана новая стратиграфическая схема расчленения сланцевого комплекса докембрия Армении на петролого-литостратиграфической основе с выделением девяти свит с географическими названиями в составе трех групп (серий) (рис. 1).

6. Проведено петро-геохимическое восстановление исходного состава сланцев и интрузивов докембрия и на этой основе выделены литофациальные комплексы древних отложений: древнейшей платформы, энсиалической островной дуги (окраины?) и офиолитовые. Охарактеризованы вулканизм и интрузивный магматизм докембрия с использованием первичных отношений изотопов стронция. Выявлено наличие толщ кислых вулканитов (порфириидов) и базальтовых коматитов; плагиогранитный комплекс охарактеризован как мантийная трондьемитовая фация, мигматит-граниты - как коровая гранитогнейсовая фация, магмы которых были выплавлены из разных источников.

7. Проведен геодинамический анализ впервые на уровне кристаллического фундамента. Выделена среднепротерозойская инфраструктура и образованная на ней верхнепротерозойская энсиалическая островная дуга, а также самостоятельная верхнепротерозойская энсиалическая офиолитовая (островодужная) серия, которые были спаяны в результате докембрийской аккреции в составе Цахкуняцкого кристаллического массива. Инфраструктура (нижняя серия) отнесена к фрагменту древнейшего (среднепротерозойского или древнее) кратона, а островодужная и надвинутая на нее офиолитовая ассоциация отнесены к различным палеотектоническим образованиям Протетиса, как различные структурно-формационные зоны (террейны) докембрия, консолидированные в результате пан-африканского орогенеза, аналогично образованию Нубийско-Аравийского неократона. Выдвигается положение о том, что при деструкции кратонов (щитов и платформ) наиболее устойчивыми оказываются

области древних сутурных швов, фрагменты которых сохраняются в виде срединных массивов в новом складчатом обрамлении.

8. Установлено, что Армянская складчатая и Приараксинская структурно-формационные зоны подстилаются кристаллическим фундаментом байкальской (пан-африканской) консолидации, а Сомхето-Карабахская зона - герцинским фундаментом и между ними располагается один из коллизионных швов Тетиса, маркированный верхнемеловой офиолитовой олистостромой.

9. Составлена карта кристаллического фундамента Армении и выделен кайнозойский осевой мантийный диапир.

10. Обнаружены высокие промышленные содержания золота в метааркозовых филлитах основания верхнепротерозойской серии в стратифицированной полосе в несколько километров, относящиеся к образованиям древних россыпей.

Практическое значение работы определяется детальным расчленением сланцевых толщ и интрузий с изображением этого расчленения на крупномасштабных геолого-петрографических картах и разрезах. Последние стали основой для проведения в разные годы поисково-разведочных работ на золото и нерудное сырье с участием автора в некоторых из них. Даны рекомендации по направлению поисковых работ на золото и возобновление работ на рудил. При разработке Разданского месторождения железа могут быть вовлечены пластовые и закрепленные железные руды, выявленные автором в районе селений Бжни и Арзакан после проведения поисково-разведочных работ.

#### Защищаемые положения:

1. Территория Армении подстилается диахронным кристаллическим фундаментом: юго-западная часть имеет докембрийский (620 млн. лет), а северо-восточная - герцинский (300 млн. лет) кристаллический фундамент. Граница между ними проходит по Анкаван-Зангезурской сутуре и с севера маркирована офиолитовой олистостромой, на которые наложена Севано-Ширакская рифтогенная зона. Докембрийский фундамент обнажается на Цахкуняцком кристаллическом массиве на площади 600 кв. км и подсечен скважинами к югу от г. Еревана на Айнтапском (Тазагюхском) погребенном поднятии на глубинах 420-1000 м. Герцинский кристаллический фундамент обнажается в основании Сомхето-Карабахской тектонической зоны и на Локском массиве.

2. Докембрийский фундамент подстилает Армянскую складчатую и Приараксинскую зоны, имеет двухъярусное строение. Нижний структурный ярус образует инфраструктуру фундамента с близширотным СВ планом дислокации и представлен полиметаморфической гнейсово-парасланцевой Арзаканской группой (серией) (1500 м), вероятно, среднепротерозойского возраста и является фрагментом древнейшего кратона. Верхний структурный

ярус образует супраструктуру фундамента с субмеридиональным планом дислокаций и представлен тектоническим сочленением двух генетически различных зеленосланцевых групп (серий): энсиалической островодужной филлит-метавулканито-карбонатной далларской (1850м) и энсиматической метафиолитовой серпентинит-амфиболитовой анкаванской (3500м) группами (сериями) верхнепротерозойского возраста.

3. Герцинский кристаллический фундамент (КФ) подстилает Сомхето-Карабахскую островодужную структурно-формационную зону (СФЗ). На Ахумском массиве обнажается верхняя, сравнительно слабо метаморфизованная секция разреза герцинского КФ (900м). Аллохтонные блоки гранатовых амфиболитов, гранат-сланцевых сланцев и амфиболитов (Амасийский, Дзорагетский, Гергерский, Севанский хребет, Аджарис, Еранос), заключенных в виде инородных тел размером до 3.0км в офиолитах, являются, очевидно, фрагментами различных уровней разреза герцинского КФ, вовлеченными в нижнесенонскую офиолитовую олистострому возможно в ходе обдукции океанической коры на фронтальной островной склон Сомхето-Карабахской островной дуги.

4. Цахкуняцкий кристаллический массив является крайним северо-восточным выступом пан-африканского (байкальского) КФ северо-западного края Армяно-Иранского мезоконтинента, который, в свою очередь, представляет собой вовлеченный в Тетис элемент эпибайкальской Гондванской платформы и был отторгнут от Нубийско-Аравийского щита в раннем мезозое в результате заложения и развития Неотетиса и эволюционировал в мезокайнозое в островодужном режиме.

5. Осадконакопление исходных отложений среднепротерозойской инфраструктуры (нижняя серия) видимой мощностью в 1500м проходило в условиях платформы, со сменой мелководных песчаных глин бжнийской свиты (715м) бороносными лагунами глинистыми песчаниками, известняками и доломитами сурпсаркисской свиты (610м) и углистыми глинами и известняками ванкидзорской свиты (135м). Они претерпели региональный метаморфизм в алмадный-амфиболитовой фации типа Бахн в условиях  $T = 550^{\circ}\text{C}$  и  $P = 3.8\text{кбар}$ .

6. В верхнем протерозое произошла деструкция древнейшего кратона вероятно по близмеридиональным разрывам с рифтингом древнейшей континентальной коры и спредингом новой среднепротерозойской океанической коры, где в СОХ сформировались базальтовые коматииты, габбро и оялин-нормативные толеитовые базальты и диабазы казахской свиты во втором слое океанической коры, гарцбургиты и серпентиниты - в третьем слое, а фтаниты были отложены в первом слое в условиях абиссальной равнины верхнепротерозойского океана. На океанической коре произошел рост энсиматической островной дуги.

7. Стадия энсиматической островной дуги завершилась выплавлением трондьемитовой магмы в ее основании за счет селективного плавления океанических толеитовых базальтов при температуре порядка  $700^{\circ}\text{C}$  на глубинах 12-15км с последующим гравитационным всплытием трондьемитовой магмы на 2-5км в результате дефицита плотности в  $0.20\text{г/см}^3$ . Таким образом Анкаванская серия сформировалась частично в условиях срединно-океанического хребта (казахская свита), частично - в условиях энсиматической островной дуги (анкаванская свита) с метаморфизмом отложений в фации зеленых сланцев типа Барроу при порядка  $450^{\circ}\text{C}$  и давлении 3-3.5кбр.

8. В тыловой части Анкаванской островной дуги шла субдукция верхнепротерозойской океанической коры под арзаканский блок древнейшего кратона (континента?), которая привела к генерации и извержению кварц-нормативной толеитовой магмы базальтов гукской свиты (590м), согласно сменяющей метааркозовые филлиты бердитагской свиты. Эволюция магмы привела к извержению риолитовой магмы порфириодов даларской свиты (310м). Субдукция под Арзаканскую окраину (дугу?) прекратилась и область стала более мелководной с отложением агверанской свиты (530м), состоящей из мощных пластов известняков с прослоями метагравуакк.

9. В стадию верхнепротерозойской коллизии породы Анкаванской энсиматической островной дуги были обдуцированы на энсиалическую Арзаканскую окраину (дугу?) в виде офиолитов с нарушенной стратификацией, особенно в нижней части (казахская свита) с линзами серпентинитов третьего слоя и кварц-сланцевых сланцев и доломитов инфраструктуры. Нагромождение (аккреция) масс в зоне коллизии могло привести к опусканию инфраструктуры в прогретые глубины зоны прекращающейся субдукции. Это вызвало выплавление коровой гранитной магмы гранитогнейсов за счет селективного плавления высококалиевых метапелитовых сланцев инфраструктуры (нижней серии) при давлении менее 1кбр (до 3км).

10. Образование калиевой гранитной магмы привело к гравитационному подъему гранитогнейсовых диапировых куполов, что способствовало полной кратонизации древней мобильной зоны 620 млн.лет тому назад и превращению в жесткий фундамент. Объем легкой калиевой магмы очевидно был достаточно большим для удержания Цахкуняцкого кристаллического массива от дальнейшего погружения и вовлечения в киммерийские и альпийские движения (каледонский и герцинский орогенез в эпибайкальской зоне не был проявлен). Об этом свидетельствует также наличие локального гравитационного минимума над гранитогнейсами. После кратонизации область была изостатически поднята и снабжала терригенным материалом

(кварц, слюды, полевые шпаты, актинолит и др.) отложения палеозоя и мезокайнозоя.

На этом завершилась докембрийская история образования сиалической земной коры СВ части Гондванского континента.

11. По стадиям развития и по возрасту эпох гранитообразования становление сиалической коры на примере Цахуняцкого кристаллического массива аналогично и синхронно формированию Нубийско-Аравийского щита и Пан-африканский ороген ограничивался с востока не Аравийским щитом, а доходил по-видимому до Армении в его доальпийской позиции.

**Фактический материал и методики исследований.** Работа основана на геологической, петрографической, петрохимической, геохимической, изотопно-геохронологической и петрофизической обработке преимущественно оригинального каменного материала автора (более 8000 образцов), систематически отобранного при изучении методами детальной геологической съемки древних метаморфических комплексов Армении и их обрамления на площади более 2000 кв.км в масштабе 1:10000-1:25000 и составления послонных разрезов. Петрографические и минералогические исследования основаны на микроскопическом описании 5000 шлифов и 1000 аншлифов. Петрохимия и минералогия основаны на 168 химических анализах пород и 40 мюмоминеральных химанализах (в т.ч. микрозондовых) по материалам автора с привлечением 120 литературных химанализов. Обработка проведена преимущественно по компьютерной программе NEWPET. Микрозондовые анализы минералов выполнены в Инсбрукском университете в Австрии аналитиком Г.Мерсдорфом на микрозонде ARL-SEMQ. Геохимические исследования основаны на 1300 полуколичественных спектральных анализах, выполненных в ИГН НАН РА и в лаборатории ИМПРЭ. Изотопно-геохронологические исследования проведены в Лаборатории геохронологии и изотопных исследований ИГН НАН РА рубидий-стронцевым изохронным методом (6 изохрон) и кали-аргоновым методом (58 определений). Петрофизические исследования основаны на измерениях плотности и магнитной восприимчивости, поляризуемости и открытой пористости более 1500 образцов, выполненных по материалам автора в ВИРГ Мингео СССР.

Изотопно-геохронологические исследования, выполненные Р.Х.Гукасяном, включают Rb/Sr изохронные определения абсолютного возраста консолидации магматических пород и определение первичных отношений изотопов стронция для уяснения источников магм. K/Ar данные для метаморфических образований рассматриваются как датирование времени последнего поднятия данного метаморфического комплекса (охлаждения) от геозотермы 250-300<sup>0</sup>С, а для посткинematических

интрузивных тел, прорывающих метаморфические комплексы, принимаются как возраст их внедрения.

Петрофизические исследования выполнены для уточнения физико-механических характеристик вещественных комплексов фундамента, которые невольно были искажены предыдущими исследователями включением в состав фундамента основных пород высокой плотности 7-километровой толщи Апаранской серии мезозойского возраста. Уточненные характеристики были использованы для геологической интерпретации геофизических полей выступов фундамента и составления карты кристаллического фундамента Армении.

Апробация работы. С докладами о результатах выполняемого исследования автор выступал на республиканских, всесоюзных и международных совещаниях и симпозиумах в Ереване (1974, 1976, 1984, 1988, 1994), на V (Алма-Ата, 1976), VI (Ленинград, 1981), VII (Новосибирск, 1986) Всесоюзных петрографических совещаниях, на Международных симпозиумах по Программе Международной геологической корреляции в Италии (1980, 1992), Греции (1988), Австрии (1993) и на Международной конференции в Санкт-Петербурге (1996).

Публикации. По теме диссертации опубликованы 28 работ, 2 монографии (в соавторстве).

Благодарности. В повседневной работе автор пользовался поддержкой академиков А.Т.Асланяна и А.А.Габриеляна. Большую помощь своими консультациями и советами оказали доктора геол.-мин. наук А.А.Белов, Ш.А.Адамия, Р.Л.Мелконян, академик Р.Т.Джрбашян, доктора геол.-мин. наук Р.А.Мандалян, О.А.Саркисян, которым автор выражает искреннюю благодарность. Текст отпечатан Э.С.Ростомовой, а графика отчасти составлена В.А.Амбарцумяном.

В первой, вводной главе раскрывается объект исследований, перечисляются пункты исследований с указанием площадей развития комплексов метаморфических и древних интрузивных пород (более 1500 кв. км) с изображением их на схематической геологической карте Армении.

Во второй главе излагается история исследований метаморфических комплексов и кристаллического фундамента Армении. Первые данные о метаморфических сланцах Армении восходят к работам пионера геологического изучения Армянского нагорья Г.А.Абиха (1846), а первое обобщение по кристаллическому фундаменту как "модель разбитой тарелки" дано на тектонической карте Ф.Освальда (1912). Метаморфические породы Цахкуняцкого и Ахумского массивов были вкратце описаны в работах

Г.Агабабяна (1913), Г.М.Смирнова (1911), П.И.Морозова (1913), С.В.Константинова (1918) и И.Н.Ситковского (1935), а также О.Т.Карапетяна (1930), П.П.Гамбаряна (1930) и Н.Г.Казнаковой (1930). Систематическое изучение и картирование Цахкуняцкого массива выполнялись одновременно К.Н.Котляром (1930-38гг.) (северная часть) и К.Н.Паффенгольцем (1938) (южная часть). Отсюда возникли две различные названия для единого Цахкуняцкого массива: южная часть была названа "Арзаканским массивом", а северная часть - "Апаран-Анкавакским" ("Мисханским") массивом. Были отмечены главнейшие типы сланцев, но без расчленения сланцевой толщи, более детально были описаны и классифицированы интрузивные образования, апаранская толща ошибочно была включена В.Н.Котляром в состав древнего комплекса. Возраст сланцевой толщи по аналогии с Дзирульским массивом и Большим Кавказом был отнесен к докембрию - нижнему палеозою. В конце 50-х и начале 60-х годов были предложены стратиграфические схемы расчленения сланцевой толщи Р.А.Аракелян и М.С.Абрамян (1953, 1957, 1959, 1964), А.Т.Асланяном (1958) и А.Е.Назаряном (1964, 1970). Интрузивные породы и полезные ископаемые метаморфических комплексов были изучены В.Н.Котляром, К.Н.Паффенгольцем, Г.П.Багдасаряном, Р.А.Аракелян, А.Т.Асланяном, А.Е.Назаряном, С.И.Балдасаряном, Б.М.Меликсетяном, З.О.Чибухчяном. В работе подробно характеризуется вклад предыдущих исследователей в изучении кристаллического фундамента. Предпринимались попытки определения возраста сланцев и докинематических интрузий К/Аг изотопным методом, результаты которых (180-70 млн. лет) противоречили геологическим данным. В 1970 году В.А.Агамалаяном была закончена работа по геолого-петрологическому изучению сланцевой толщи южной части Цахкуняцкого массива с выделением двух серий и семи свит и впервые были выделены фации метаморфизма. Это расчленение было принято в обобщениях по стратиграфии Армении (Габриелян и др., 1981). В 1984 году В.А.Агамалаяном была составлена карта кристаллического фундамента. В годовом отчете 1972 года В.А.Агамалаян предложил исключить апаранскую свиту из сообщества древнего метаморфического комплекса как неметаморфизованное вулканогенно-осадочное образование байоса. В 1973 году А.А.Белов и С.Д.Соколов отнесли апаранскую толщу к офиолитам мезозоя и сочли метаморфический комплекс надвинутым на апаранскую толщу. По сланцам Ахумского массива была получена герцинская Rb/Sr изохрона (300 млн.лет) (Багдасарян, Гукасян, Казарян, 1978). В последующем были получены герцинские Rb/Sr изохроны для аллохтонного блока гранатовых амфиболитов Амасийского массива в  $330 \pm 42$  млн.лет (Меликсетян и др., 1984) и для гранат-двуслюдяных гнейсов аллохтонных блоков Севанского хребта в  $296 \pm 9$  млн.лет (Агамалаян, Гукасян, Багдасарян, 1996). Специальные Rb/Sr изохронные

исследования малевского гранитоидного массива Южного Зангезура ( $40.1 \pm 2.2$  млн.лет) (Меликсетян и др., 1985) подтвердили ранние K/Ar данные ( $40.2$  млн.лет) (Гукасян, 1966).

Наконец, докембрийский возраст Цахкуняцкого массива был подкреплен получением Rb/Sr изохроны в  $685 \pm 77$  млн.лет по трондjemитам Апаран-Анкаванской зоны Цахкуняцкого массива (Агамалян, Гукасян, Багдасарян, 1997).

В третьей главе обсуждаются проблемы кристаллического фундамента и древних метаморфических комплексов Армении. Для внутриконтинентальных горноскладчатых областей, каким является Армения, проблема фундамента сводится к проблеме регионально-метаморфических образований, которые обнажаются на поверхности или подсечены скважинами, а также к проблеме идентификации сейсмологического слоя "Ф" под отложениями складчатого чехла. Проблема метаморфических комплексов включает ряд аспектов: 1) тектонический аспект заключается в выяснении вопроса, является ли данный метаморфический комплекс обнажение кристаллического фундамента в результате размыва эрозией вышележащих отложений чехла, т.е. выступом фундамента или является аллохтонным блоком фундамента, отторгнутым тектоническими процессами от своего основания и выведенным механическим образом на более высокий стратиграфический уровень, либо является продуктом термального влияния залегающего на глубине интрузии или, наконец, является продуктом локального дислокационного метаморфизма зон разломов; 2) возрастной аспект включает определение возраста консолидации регионально-метаморфических комплексов как "корней" гор материковых масс (островных дуг или континентальных окраин) геологического прошлого, которые в течение геологического времени были изостатически подняты из глубинных зон земной коры на ее поверхность в результате релаксации тангенциальных напряжений, орогенеза и активной эрозии; 3) петрологический аспект метаморфических комплексов включает двуединую проблему: с одной стороны - определение термодинамических P и T условий преобразования (фаций метаморфизма) как термобарических полей земной коры геологического прошлого и с другой стороны - восстановление исходного состава пород метаморфических комплексов и рассмотрение стратиграфии, магматизма и условий осадконакопления геологического прошлого.

В 60-х годах, когда мы начали свои исследования, считалось, что регион подстилается единым кристаллическим фундаментом "байкальско-коледонской" консолидации и все выходы регионально-метаморфических и даже контактово-метаморфических и неметаморфизованных пород принимались за выступы этого фундамента. Проводились зоны поднятий фундамента по аллохтонным выходам метаморфических пород и по

контактово-метаморфическим породам, которые ныне не подтверждаются. Были предложены схемы расчленения "докембрия-нижнего полеозоя" с объединением разновозрастных, разнородных и разнотипных, как выяснилось позже, метаморфических комплексов в единую стратиграфическую колонку с выделением несуществующих в природе свит.

В четвертой главе рассматриваются геотектоническая позиция и возраст метаморфических комплексов Армении. В геотектоническом и орографическом плане вся территория Республики Армения относилась К.Н.Паффенгольцем (1948) к Малому Кавказу и подразделялась им и последующими исследователями (А.А.Габриелян, А.Т.Асланян) на ряд дугообразных тектонических зон общего СЗ (кавказского) простирания, на основании особенностей фенерозойских структурно-формационных комплексов, геофизики, магматизма и металлогении, при мнении о едином байкальско-каледонском (эопалеозойском) фундаменте всех зон, разбитом на клавиши. Исследования метаморфических комплексов показали определенные различия в фундаменте этих тектонических зон по вещественному составу, строению и по возрасту консолидации. Оказалось, что Сомхето-Карабахская зона вместе с расположенными севернее Закавказским массивом подстилаются герцинским кристаллическим фундаментом как южное обрамление Восточно-Европейской платформы, а расположенные южнее Армянская складчатая зона, Приараксинская зона вместе с Северо-западным Ираном подстилаются байкальским (пан-африканским) кристаллическим фундаментом как СЗ край Армяно-Иранского мезоконтинента. С этой точки зрения предлагается название "Малый Кавказ" оставлять лишь для Сомхето-Карабахской зоны и всего Закавказского массива как эпигерцинской области, а эпибайкальскую область Армении отнести к Армянскому нагорью. Исходя из современных мобилистических воззрений, следует предположить, что эпигерцинская и эпибайкальская области принадлежали к различным областям (domain) Тетиса - северной и южной, которые пришли в соприкосновение в результате континентальной коллизии Армяно-Иранского Перигондванского материка с Сомхето-Карабахской фронтальной дугой Закавказского массива. Подобное грандиозное событие должно было сопровождаться деструкцией и обдукцией океанической коры, разделяющей Гондванский и Лаврезийский материковые сооружения южного и северного бортов океана Тетис. Реликтами океанической коры Тетиса являются офиолиты Ерзнка-Амасия-Севан-Акеринского пояса. Время коллизии уверенно определяется как нижний коньяк по трансгрессивному перекрытию деформированных и меланжированных офиолитов и кристаллических массивов конгломератами верхнего коньяка с окатанными блоками офиолитов и кристаллических сланцев. В ходе верхнесенонской континентальной коллизии произошла обдукция океанической коры очевидно

на фронтальный островной склон Сомхето-Карабахской островной дуги с отторжением блоков герцинского фундамента, которые в виде аллохтонных блоков были вовлечены в состав офиолитового меланжа и олистостромы. Офиолитовая олистострома только частично совпадает с коллизийным швом в СЗ части М.Кавказа, тогда как на северо-востоке офиолиты отклоняются к северу и в Зод-Акеринском отрезке косо накладываются на юрскую Сомхето-Карабахскую зону, отделяя Кафанскую зону от Карабахской части и периклинально замыкаются на Лысогорском перевале.

Таблица 1

Изотопные данные по метаморфическим комплексам

Регион, массив	Комплекс, порода, минерал	К/Аг млн. лет	Rb/Sr изохрона	
			возраст млн. лет	$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$
<b>Армения</b>				
Цахуняцкий кристаллический массив	Грондъемитовая формация	113-352	685±77	0.703361
	Гранитогнейсовая формация			
	- гранитогнейсы	73-129	607±41	0.7102
	- гранитогнейсы	73-129	615±36	0.7056
	- альбититы	120-233	647±137	0.7092
Ахумский массив	Кварц-слюд.сланцы	217-309	293±7	0.7060
Амасийский массив	Гранатовые амфиболиты	-	330±42	0.7051
Зодский выход	Гранат-двуслюд. гнейс	-	296±9	0.70535
Малевский массив	Гранит двуслюдяной	37.5-40.5	40.1±2.2	0.7059
<b>Закавказский массив</b>				
Локский массив	Гранитоиды	325-338	338	-
	Мусковит из сланцев	287-333	-	-
Храмский массив Дзирульский массив	Гранитоиды	235-395	355±85	0.7073
	Хлорит-слюд. сланцы	-	310±5	0.7187
	Слюда из сланца	275-300	-	-
	Гранитоиды	260-325	-	-
<b>СЗ Иран</b>				
Бафк	Слюд.сланцы Саркух	-	1307	-
	Сланцы Горган	1278±300	-	-
	Граниты Доран	1000-1200	-	-
Бонех-Шуроу	Сланцы	1075	-	-
	Граниты Сейфид	681	-	-

Возраст метаморфических комплексов определяется в работе преимущественно на основании Rb/Sr изохронных определений, т.к. K/Ar данные отражают эпизоды последующих (киммерийских и альпийских) термо-тектонических событий для Цахкуняцкого массива, однако они близко совпадают с Rb/Sr определениями для выступов и блоков кристаллического фундамента эпигерцинской зоны (табл. 1).

Пятая глава посвящена геологии докембрия Армении. Докембрийские формации обнажаются в Цахкуняцком кристаллическом массиве на площади 600 кв.км, и на Айтатском (Тазагюхском) погребенном поднятии, где они достоверно подсечены в двух скважинах - 1-Тазагюх и 8-Зейва. В этой главе приводятся разработанная автором стратиграфия докембрия с новыми географическими названиями выделенных серий и свит в объеме среднего протерозоя и верхнего протерозоя с выделением 9 свит (рис. 1). Дается также геологическая характеристика докембрийских интрузивных формаций: ультрамафитовой, габбровой, трондьемитовой и гранитогнейсовой формаций как образований верхнего протерозоя. Петрография и петрохимия приводятся в главах 9 и 10.

В шестой главе характеризуется геология герцинского кристаллического фундамента по Ахумскому и Асрикчайскому выходам фундамента. Снизу-вверх выделяются свиты микрогнейсов (350м), мусковит-кварцевых (250м) и графитоносных кварц-мусковитовых (150м) сланцев и метабазальтовая (120м) свита альбит-эпидотовых зеленых сланцев с линзой метацирконитовых тремолитолитов.

Глава седьмая посвящена геологии алохтонных блоков кристаллических сланцев и амфиболитов, вовлеченных в офиолитовую олистоформу. Приводится геологическое описание *Амассийского массива* гранатовых амфиболитов, которые слагают крупный олистопак длиной 2.5км и шириной до 1км ромбовидной формы, заключенный в уже метаморфизованном виде в нижнеконьякскую офиолитовую олистоформу как самостоятельный блок со своей внутренней автономной структурой. Наблюдается реликтовая градация и слоистость по чередованию крупногранатовых и мелкогранатовых слоев, свидетельствующие о первично-обломочно-осадочном эдукте пород. Установлены жилы белых лейкократовых платиногранитов, выплавленных *in situ* в качестве неосомы венитов, достигающих 20см в мощности. Установлена контактово-реакционная зона между гранатовыми амфиболитами и заключенными в них телами апотарцбургитовых серпентинитов.

*Дзорагетский массив* расположен в 20км к востоку от Амассийского на северном подножьи Базумского хребта в тектонических сочетаниях с ультрамафитами офиолитов. Метаморфические сланцы обнажаются на протяжении 5км при ширине до 2.5км в русле истоков р.Дзорагет.

## Арзаканская зона

ФАН. ЭОН	ЭТАП	СЕРИЯ	СВИТА	ЛИТОЛОГИЯ	Мощн. в м.	РЕГИОНАЛЬНЫЙ МЕТАМОРФИЗМ	
						П О Р О Д Ы	История
ДОКЕМБРИЙ	ВЕРХНИЙ ПРОТЕРОЗОЙ	Долларская	Агверанская	K <sub>2</sub> Sl-m	253	известняки пелито-морфные фарами-нармерые	Зеленых сланцев (T=400, P=4-6kб)
				K <sub>2</sub> Sh <sub>2</sub>	112	базальные конгломераты	
			Гукская	530	мраморы кальци-товые с прослоя-ми Q-Pt-Sl-Sr-Ak метатрауважовых зеленых сланцев, конгломераты		
				310	порфириды-метариолиты Q-Ab-Fsh-Vl-Mz санц. с вкрапл. Мг-а		
				590	порфиридоиды-метабазальт Ab-Sr-Sl1-Ac зеленые сланцы, слитичные вмя-чения мраморов		
				420	фиолиты метатаркозовые Q-Ab-Fsh-Mz-Vl-Sl1 прослой мраморы		
			Берди-такская	135	графитовые слан-цы Alm-Ant-Q-Mt-Vl	Амманлан-амфиболитовая (T=550P=10кб)	
				610	доломиты, турмалиновые Q-Ms-Sl1 кристаллические сланцы, мрамор, сяодистые мраморы		
				715	пятнистые крист. сланцы Alm-Ko-Alm-Q-Ms-Vl диафортизован-ные с прослоями ожелезненных мраморов		

## Апаран-Анкаванская зона

ФАН. ЭОН	ЭТАП	СЕРИЯ	СВИТА	ЛИТОСТРАТИГРАФИЯ	Мощ-ность в м	П О Р О Д Ы	
						История	История
ДОКЕМБРИЙ	ВЕРХНИЙ ПРОТЕРОЗОЙ	Анкаванская серия	Анкаванская свита	350	ослистые известняки, алевролиты, сланцевые песчаники и конгломераты с потоками базальтовых базальтов	Анкаян-метаморф	Остатки зеленых сланцев
				130	кальцит-слюдистый сланец с прослой мрамора		
				186	сбрыжистый кварц-порофиритовый, Ног-Ab-SK		
				120	землянистый кварцит порфиритоид		
				4	железистый кварцит		
				115	сланец Q-Vl-Mt-Vl-M-SK		
				15	мрамор розовый		
				172	сланец актинолитовый К-Ab-SF		
				15	мрамор розовый		
				257	сланец халцитовый Ab-SK		
25	мрамор свядистый						
270	сланец Ac-Kch1-Ab-Q порфиритоид						
28	мрамор серый						
129	сланец кварц-слюдистый с ZepH, Ko, Pt, Ty						
80	мрамор кальцитовый Амфиболит (А)						
120	кварцит						
70	кварцит-графитовый Амфиболит (А)						
123	алаунитовый, серый А. метатаркозовый						
215	А. метатаркозовый, рутитовый						
23	тремолитовый						
750	А. метатаркозовый, рутитовый А. аполдибазовый, сфен. эпидиот по А, сфен. А. аполдибазовый, бластопорфиритовый Ног-Ab-Rut-Sf-Ap						
7	кварцит-графит-графитовый						
4	кварцит-железистый Амфиболит						
120	кварцит-графитовый Амфиболит						
350	Амфиболит метабазал. коматитовый, рутитовый Ног-Kch1-Ab-Rut						

Рис. 1. Стратиграфия докембрия Цахкуняцкого кристаллического массива

1938

Метаморфические сланцы и офиолиты выведены здесь на поверхность в основании надвига Базумского хребта, по которому отложения спитакской свиты верхней юры-неокома вместе с офиолитами надвинуты к северу на палеогеновые отложения. В бортовых частях массива гранат-слюдяные сланцы тектонически чередуются с неметаморфизованными, но деформированными отложениями спитакской свиты с "просечками" серпентинитов, что побудило В.Т.Акопяна (1978) отрицать наличие здесь древних пород, считая серпентиниты интрузивными внедрениями. В пределах выхода метаморфических сланцев выявлены впервые на Кавказе каналы излияний палеогеновых долеритовых базальтов в виде мощных (200м) дайковых тел кристаллических долеритов. Стратиграфический объем Дзорагетского массива подразделяется на 3 свиты.

К северу от Дзорагетского массива на 10км скважина в 2км к ЮЗ от г.Ашоцк (Калинино) подсекала на глубине метаморфические породы и серпентиниты, что может свидетельствовать о более широком развитии офиолитов (до г.Калинино) под покровом долеритовых базальтов.

*Гергерский* (Степанаванский) массив обнажается в верховье р.Гергер в 5км к югу от г. Степанавана, также вдоль плоскости надвига, проходящего по северному подножию Базумского хребта. Массив состоит из двух самостоятельных блоков метаморфических пород резко различного состава и типа: уникального блока крупнозернистых глаукофановых сланцев площадью 3кв.км и отдельной пластины симплектитовых плагиогнейсов длиной 2.5км.

В разрезе голубосланцевого блока мощностью 800м обнаружены маркирующие горизонты-прослои серо-розового мрамора с красными пятнами типа аммонитико росо и гематитового сланца типа умбр. Наблюдается также докинематическая дайка кератофира, расслансованная вкрест простирания контактов. Голубосланцевый блок со всех сторон окружен офиолитами, закатан и прорван протрузивными примазками сдавленных серпентинитов до 10м мощности и имеет общее южное падение под крутыми (60-80°) углами с изоклинальной пологатостью. Подстилается черными известковыми аргиллитами и алевролитами с обратной градацией, в которых содержатся уникальные мраморные линзы, образованные от диагенетического псевдоморфного замещения ультрамафита карбонатом с сохранившейся петельчатой структурой. Здесь решается вопрос характера того бассейна, куда офиолиты были снесены при обдукции, т.е. вопрос основания офиолитовой олистостромы, который до сих пор остается открытым. Вся эта тектонизированная последовательность трансгрессивно перекрывается слабо деформированными известняками верхнего мела, выше которых согласно следует вулканогенно-осадочный разрез палеогена. На склоне г.Лазгора сланцы надвинуты на отложения палеогена.

На *Севанском* хребте в районе Зодского рабочего поселка в офиолитовой олистостrome залегают блоки метаморфических пород, отмеченные на геологической карте К.Н.Паффенгольца (1948) как выходы "Докембрия-нижнего палеозоя", которые содержат гранат-кордиерит-биотитовые гнейсы серо-коричневого цвета, по которым получена Rb/Sr изохрона с возрастом 296±9млн.лет (Агамалян, Гукасян, Багдасарян, 1996).

Метаморфические породы *урочища Аджарис* на левобережье р.Тертер, образуют линзовидные тела (50-200м), заключенные в серпентинитовый меланж. Метаморфические породы представлены гнейсами и сланцами высокой ступени метаморфизма и амфиболитами, образующими самостоятельные линзовидные тела и угловатые глыбы, хаотически перемешанные с деформированным, но очень слабо метаморфизированными породами офиолитовой ассоциации.

Точная и детальная карта участка Аджарис с более крупномасштабной врезкой была составлена Добржанецкой Л.Ф. и Эзом В.В. (1982), которые отчетливо показали, что "гнейсы и сланцы являются экзотическими блоками в меланже, а все события и деформации, запечатанные в них, произошли до раздробления их на блоки и попадания в меланж", что можно без оговорок распространить на все изученные нами аллохтонные блоки метаморфических сланцев, вовлеченных в офиолиты Малого Кавказа. Они отвергли попытки привлечения термоконтaктового воздействия ультрамафитов на сланцы, подчеркивая, что "следы контактового метаморфизма, который явился бы результатом воздействия ультраосновных интрузий, представленных сейчас серпентинитами, как это предполагали Р.Н.Абдуллаев (1963) и Э.Ш.Шихалибеги (1964), здесь не установлены" (Добржанецкая, Эз, 1982, с.80)

Метаморфические породы Ераносского выхода, в отличие от Амасия-Севан-Акеринской зоны, обнажаются не в составе офиолитовой олистостромы, а заключены в известково-терригенные отложения верхнего коньяка в виде обломков осадочной брекчии вместе с обломками офиолитов в пределах единого стратиграфического горизонта. Обломки метаморфических пород имеют размеры от 1-5см до 2-5м. Представлены двуслюдяными плагиигнейсами темно-серого цвета, черными амфиболитами, плейчатými актинолитовыми сланцами, мраморами, гранитогнейсами. Вместе с ними имеются обломки пород офиолитовой ассоциации. Обломки-олистолиты Ераносской антиклинали по простиранию верхнеконьякской толщи на юго-востоке соединяются с офиолитами Вединского пояса. Здесь очевидно решается важная геологическая задача о времени прекращения тектонического сноса офиолитовых покровов в верхнемеловые осадочные бассейны.

Глава 9. Петрография метаморфических комплексов Армении. В работе приводится систематическое петрографическое описание

метаморфических комплексов Армении на стратиграфической основе по выделенным в геологической части массива и внутри них - по свитам и формациям (рис. 1)

*Среднепротерозойская* инфраструктура (нижняя серия) характеризуется на Цахкуняцком массиве и в Айттапском поднятии полнокристаллическими, на Айттапе - крупнокристаллическими порфириобластовыми лепидогранобластовыми структурами и метапелитовым характером сланцев. В слагающих инфраструктуру пятнистых, турмалиновых, мусковито-кварцевых и графитовых сланцах Арзаканской СФЗ наблюдается наложенный зеленосланцевый региональный диафторез с замещением части порфириобластов алмандина, кордиерита и андалузита мелкочешуйчатыми агрегатами серицита и хлорита, обусловленный наложением верхнепротерозойского зеленосланцевого метаморфизма вышележащей Далларской серии. Определяется исходно осадочный песчано-глинистый характер сланцев.

*Верхнепротерозойская* (верхняя) серия метаморфизирована в фации зеленых сланцев в обоих структурно-формационных зонах.

*Далларская серия*, описанная ранее как "верхняя серия" (Агамалян, 1970, 1974), содержит в основании бертитакскую свиту метааркозовых филлитов метапсаммитовой лепидогранобластовой структуры, содержащих терригенные компоненты пород нижней серии (кварц, слюды с графитовыми включениями, кластогенный турмалин и микроскопические прослойки, обогащенные округлыми зернами циркона, апатита, анатаза и рудных минералов). Эти данные позволяют отнести бертитакскую свиту к верхнепротерозойскому "аркозовому шлейфу" инфраструктуры. По стыку пород нижней и верхней серий наблюдается "скачок" в метаморфизме, т.е. "метаморфическое несогласие", когда высокометаморфизированные кристаллические сланцы алмандина-амфиболитовой фации перекрываются метааркозовыми филлитами фации зеленых сланцев. *Метабазальтовые порфиритоиды* гтукской свиты представлены blastoporphiroвыми граномагматобластовыми альбит-эпидот-хлорит-актинолитовыми сланцами. Они содержат пластовые внедрения амфиболовых габбро. Залегающие выше кислые вулканы - порфиритоиды далларской свиты представлены blastoporphiroвыми метариолитовыми альбит-хлорит-серицит-биотитовыми сланцами с blastoporphiroвыми выделениями альбит и реже - порфириобластов оттрелита и содержат субвулканические тела метариолитов сходного состава. Агверанская свита представлена чередованием мощных пластов мелкозернистых мраморов с горизонтами вулканокластических граувакк. Мраморы имеют мелкозернистую гетеробластовую, гранобластовую структуру с многочисленными стилолитовыми швами. Первичные осадочные

особенности (пеллеты, органика и др) не сохранились. Обломочная примесь небольшая и представлена кварцем и чешуйками хлорита и мусковита.

Апаран-Анкаванская структурно-формационная зона представлена двумя свитами - нижней, казахской и верхней, анкаванской.

Казахская свита представлена метабазальтовыми и метагаббровыми амфиболитами с заметной ролью базальтовых коматитов и содержит маломощные прослои черных метафтанитовых гранат-графитовых кварцитов и линзы апогарцбургитовых серпентинитов. В метакоматитах местами сохранилась крупнокристаллическая хаотическая нематобластовая структура, напоминающая структуры спинифекс. Они чередуются с бластопорфировыми метадиабазами нематобластовой структуры. Рутиловое оруденение представлено псевдоморфозами рутила по первичным выделениям ильменита. Анкаванская свита, знаменующая переход океанической коры в энсиматическую островную дугу, отличается присутствием мраморных прослоев, отложенных выше лизоклина, и альбит-хлоритовых и актинолит-кварц-слюдяных сланцев наряду с метабазальтовыми амфиболитами и железистыми кварцитами. Мраморы содержат примесь слюд, свидетельствующей о глинистой примеси. Все комплексы сланцев Апаран-Анкаванской СФЗ густо пронизаны бескорневыми комфорными телами белых трондьемитов со слабым контактовым воздействием на вмещающие амфиболиты, выраженным в переходе хлорита в амфибол и слабом скарнировании мраморных пластов. Влияние секущих неоконских тоналитовых интрузий выражается в празинитизации амфиболитов вдоль зон трещиноватости и разломов с развитием эпидота и сфенизацией рутила.

Петрографические особенности *интрузивных* формаций верхнего протерозоя вкратце сводятся к следующим: ультрамафитовая формация характеризуется как альпинотипные гипербазиты с преобладанием апогарцбургитовых серпентинитов с петьчатой структурой апооливинового хризотила и с баститовыми псевдоморфозами по гиперстену, с развитием антигоритовых серпентинитов в зонах смятия и нематобластовых тремолитолитов по пироксенитам, стеатитов и лиственитов в зонах воздействия интрузий с хорошо сохранившимся первичным хромшпинелидом. Реликты других первичных минералов (оливин, пироксены) не сохранились. Габбровая формация состоит из средне- до крупнозернистых габбро офитовой структуры с полным замещением темноцветных минералов уралитом и хлоритом и основного плагиоклаза - смесью альбита и эпидота. Сохранились реликты первичной бурой роговой обманки, а также апатит, рудный минерал перешел в смесь гематита и сфена. Трондьемитовая формация представлена среднезернистыми лейкократовыми трондьемитами с избежавшей рассланцевания равномернозернистой гипидиоморфнозернистой структурой с зональными таблитчатыми кристаллами плагиоклаза и

ксеноморфным кварцем в промежутках. Темноцветный минерал замещен смесью хлорита и эпидота, калишпат отсутствует. Пегматиты и аплиты редки. Фазность отсутствует. Гранитогнейсовая формация образует купольные сооружения с периферическими мигматитами и очковыми гнейсами. В лепидо-гранобластовой среднезернистой массе сохранились реликты первичной, более крупнозернистой гипидиоморфнозернистой структуры исходного гранита с регенерацией первичного кварца в линзовидные сегрегации и перекристаллизацией первичного калишпата в ршетчатый максимальный микроклин и зонального плагиоклаза - в шахматный альбит. Темноцветные минералы представлены биотитом и мусковитом, частично огибающими оцелярные новообразования микроклина. Наблюдается метаморфогенные наросты и оторочки прозрачного циркона-2 на короткотаблитчатых кристаллах несколько помутневшего первично-магматического циркона-1.

Сланцы Ахумского и Асрикчайского выступов герцинского фундамента, судя по метапелитовой гранолепидобластовой структуре и кварц-полевошпатово-хлорит-серицитовому составу с примесью графита образованы за счет метаморфизма в фации зеленых сланцев кварц-полевошпатовых глинистых песчаников и угленосно-кремнистых глин. Метаофиолитовая самая верхняя свита сложена афировыми нематобластовыми альбит-эпидот-актинолитовыми сланцами с реликтами микроделеритовой структуры. Переслаивающиеся с ними кварц-альбит-хлорит-серицитовые сланцы, возможно, являются первично кремниевое-гиалокластитовыми образованиями. Заключенные в них линзы метапироксенитов сложены бесцветным нематобластовым тремолитом с промежутками выполненными агрегатом тальк-серпентин-карбонатного состава.

Гранатовые амфиболиты Амасийского массива, которые имеют крупнозернистую порфиробластовую нематогранобластовую структуру, на самом деле представлены не только собственно гранатовыми амфиболитами с содержанием роговой обманки 30-36%, но и гранат-кварц-плагиоклаз-амфиболовыми плагиогнейсами, где содержание амфибола всего 25-10%. Гранат составляет 20-45% объема породы и представлен идиоморфными кристаллами розового в шлифе альмандина размером до 3см, состоящего из пойкилобластического гелицинового ядра с включениями мелких (0.01-0.5мм) зерен кварца и сплошной широкой оторочки. Отсутствие индекс-минерала омфацита (Na - пироксен) не позволяет относить породы к эклогитам, как это пытались представить предыдущие исследователи. Химический состав граната, амфибола и плагиоклаза рассматриваются на основании микророндовых анализов. Плагиоклаз обладает обратной зональностью N20 в ядре и до N30 на периферии, а у граната наблюдается увеличение пироповой составляющей от центра к периферии. Эти особенности свидетельствуют о прогрессивном

типе метаморфизма, проходившего в условиях повышения температуры и давления. Второстепенные минералы представлены флогопитом и клинохлором, а в качестве постоянного аксессуара выступает рутил (до 3%), а также апатит. Пироксен в гранатовых амфиболитах отсутствует. Среди гранатовых амфиболитов заключены тела массивных апогарцбургитовых серпентинитов до 500м с реакционными оторочками зонального строения шириной до 50м, где от ультрамафита наружу до гранатового амфиболита сменяются крупночешуйчатые тальк-карбонат-серпентин-антофиллитовая зона, серпентин-тальковая, амфибол-энстатитовая, актинолитовая и горнблендитовая зоны, которые очевидно являются результатом реакции обмена между ультрамафитом и вмещающими исходными граувакками в ходе регионального метаморфизма. Температура метаморфизма была настолько высокой (680°C), что произошло селективное выплавление из гранатовых амфиболитов трондьемитовой (плагигранитной) магмы в виде жил мощностью от 1см до 100см крупнозернистого сложения, состоящих из белого плагиоклаза N25 размером 0.5-2см и желтоватого кварца 1-2см в гипидиоморфных взаимоотношениях друг с другом, составляющих до 95% и более с единичным крупными листочками мусковита, клинохлора и роговой обманки и мелкими аксессуарными гранатом и цирконом. Они имеют неясно-распльвчатые контакты без закалки, свидетельствующие о выплавлении *in situ*. Это открытие проливает свет на образование плагигранитной магмы и согласуется с опытами Хельза (Heltz, 1976) по частичному плавлению толеита Килауэа.

Метаморфические сланцы *Дзоратетского массива* представлены порфиробластическими альмандин(пиральспит)-хлорит-кварц-мусковитовыми метапелитовыми сланцами граноленидобластовой структуры, местами с оттрелитом, черными гнейсовидными метагаббровыми амфиболитами нематобластовой структуры и порфиритоидами альбит-эпидот-хлорит-актинолитового состава бластопорфировой гранонематобластовой структуры с прослоями мраморов.

Глаукофановые сланцы Гергерского массива сложены кристаллами голубого глаукофана от 1 до 5-7мм, составляющими от 15-20 до 80% объема сланца в нематоб.астовых соотношениях, листочками мусковита (1-3мм), желтого эпидота, хлорита, карбоната и в подчиненном количестве альбита, кварца, лейкоксена и рудного минерала. Среди сланцев выявляются обломки шаров миндалекаменных базальтов с полным сохранением недеформированного текстурного и микродолеритового структурного рисунка исходного спилита, полностью замещенного кристаллами голубого глаукофана, эпидота и мусковита, обрастающих перекристаллизованным карбонатное заполнение мандалин. Кроме того устанавливаются слои с метапсаммитовой структурой глаувак. Альмадин-амфиболовые плагигнейсы западной

пластины Гергерского массива представлены буроватыми и зеленоватыми крупно-среднезернистыми породами, в значительной мере диафторизованными. Проявляются структуры высокой степени метаморфизма - симплектитовые, дактилобластовые. Характерен общий порфиробластовый рисунок с немагнотрансформационной структурой полнокристаллической основной ткани. Порфиробласты представлены идиоморфными кристаллами розового альмандина от 2 до 40%, размерами до 3-7мм и более, обычно с мелкими включениями кварца. Они обычно хлоритизированы и эпидотизированы. Основная ткань состоит из серо-зеленой роговой обманки размером 1мм (до 30-35%), кварцем и плагиоклазом N25 с постоянным присутствием до 5% калишпата и аксессуарного рутила. Развита также безгранатовая эпидот-роговообманковая порода и порфиритоиды. Устанавливаются палимпсестовые метадолеритовая, метадиабазовая и метаофитовая структуры в обломках безгранатовых, а также гранатовых пород.

Метаморфические породы района Зодского рудного поля Севанского хребта представлены у Рабочего поселка (первый блок) метапелитовым гранат-биотит-кордиеритовым гнейсом средне-мелкозернистого сложения гранобластовой структуры с реликтовой псаммитово-псефитовой структурой с мелкими (0.5-1мм) порфиробластами альмандина (до 10%), мозаичного кварца (до 35%), сильно пелитизированного кордиерита, вплоть до хлорит-серицитовых псевдоморфов (30-40%), кислого плагиоклаза и ярко-рыжего биотита и округлых зерен апатита. Различаются обломки аплитовидных лейкократовых гнейсов в сочетании с обломками песчаной размерности. Второй блок также содержит гранат-кордиерит-амфибол-биотитовый гнейс и мелкозернистый пироксен-эпидот-роговообманковый metabазальтовый роговик. Третий блок (Дарин-дараси) представлен плейчатом гранат-кордиерит-биотитовым гнейсом среднезернистого сложения, образованным по гранитоиду с реликтовой гипидиоморфной структурой и гранат-биотитовым микрогнейсом по туфу риолита. Встречаются также обломки слабо метаморфизованных пород.

Метаморфические породы урочища Аджарис представлены метапелитовыми гранат-двуслюдяными гнейсами порфиробластической структуры с розовым гранатом (0.5-5мм) со сгущением углистой пыли по периферии порфиробластов, с гранолепидобластовой основной тканью, состоящей из мелких зерен кварца (0.2-0.5мм) и резко подчиненного количества плагиоклаза и калишпата и сегрегационных полос мусковита и мелкими чешуйками биотита. Содержатся блоки амфиболитов-горнблендитов, состоящих из зеленой роговой обманки (до 5-7мм) и небольшого количества (5%) рудного минерала и единичных зерен апатита с полным отсутствием плагиоклаза и кварца. Встречаются также слабо метаморфизованные

пироксен-роговообманковые роговикоподобные породы и мелкозернистые кварц-полевошпатово-кальцитовые граувакки.

Метаморфические сланцы из обломков верхнеконьякской толщи *Ераносской* антиклинали содержат очень высокометаморфизованные двуслюдяные гранатовые гнейсы с кордиеритом, силлиманитом, кианитом и андалузитом. Встречаются бескордиеритовые разности и обломки аплитовидных гранитогнейсов. Амфиболиты преобладают среди обломков.

Глава 10. Петрохимия и геохимия древних метаморфических комплексов Армении. Петрохимия и геохимия древних метаморфических комплексов рассматриваются на основании 168 авторских силикатных анализов, помещенных в Приложении 3, и 120 литературных анализов пород, а также 1300 приближенно-количественных спектральных анализов.

Пятнистые, кварцитовые и графитовые сланцы нижней серии располагаются на диаграмме Симонена-Предовского в поле пелитов со смещением кварцевых сланцев в поле псаммитов, при этом составы графитовых сланцев слагают кучный ареал, свидетельствующий о зрелом составе пород. Мраморы и доломиты оказываются в поле химических осадков. Порфиритоиды гукской свиты и амфиболиты анкаванской свиты занимают поле основных вулканических пород, а порфириоиды - поле кислых пород. Филлиты верхнего протерозоя смещены вправо от пелитов к псаммитам. Сланцы Ахумского и Асричайского выходов герцинского фундамента располагаются на близких трендах, растягиваясь в поле осадочных пород от пелитов к псаммитам, перекрывая поле кварцитовых сланцев и филлитов. Островодужные контрастные метавулканиты (порфиритоиды и порфириоиды) Арзаканской СФЗ на диаграмме Заварицкого располагаются закономерно вдоль вариационных линий основных и кислых пород с удовлетворительной параллельностью векторов, что исключает аллохимические преобразования при метаморфозе. При этом порфириоиды характеризуются только левосторонним наклоном векторов из-за пересыщенности глиноземом. Хорошее разделение пород достигается на диаграмме  $K_2O-SiO_2$ , где парасланцы инфраструктуры оказываются в высококалийном поле, филлиты верхнего протерозоя и герцинские сланцы Ахумского и Асричайского выходов смещаются вниз от высококалийных, филлиты и порфириоиды верхнего протерозоя занимают поле среднекалийных пород, порфиритоиды и амфиболиты переходят из низкокалийного в среднекалийное поле. На диаграмме  $K_2O/Na_2O-SiO_2$  большая часть фигуративных точек основных метавулканитов оказывается в поле натриевых и в поле COX, меньшая часть - в поле K-Na базальтов, все метабазальты попадают в поле толеитовых по  $FeO^1/MgO$ . Толеитовый характер всех метавулканитов верхнего протерозоя, включая кислые, выявляется на диаграмме AFM. На диаграмме сумма щелочей-кремнезем они занимают поле

субщелочных, за исключением четырех анализов амфиболитов, переходящих в щелочное поле.

Базальтовые коматииты среди амфиболитов (5 анализов) выявляются на диаграмме Йенсена  $Al_2O_3-FeO^+ + TiO_2-MgO$ , а порфиритоиды и частью амфиболиты оказываются в поле высокожелезистых толеитовых базальтов, при этом порфиритоиды занимают поля толеитовых дацита и риолита. Переход составов амфиболитов от океанических к примитивно-островодужным наблюдается на диаграмме  $Igt-Ig\sigma$  Ритмана. Исключительно оливин-нормативный состав амфиболитов и наличие кварцнормативных составов среди порфиритоидов определяется на развертке базальтового тетраэдра Йодера. Изохимический характер амфиболитов становится очевидным на диаграмме Заварицкого, где их фигуративные точки с параллельными векторами располагаются вдоль единой вариационной линии на обеих проекциях. Принадлежность исходных базальтов амфиболитов к базальтам MORB выявляется из диаграммы Zr-Nb-Y. Гистограмма распределения элементов группы железа и халькофильных элементов характеризует составы амфиболитов как меланократовые базальты.

Петрохимия *интрузивных* комплексов рассматривается отдельно для каждого комплекса на соответствующих диаграммах для ультрамафитов, габбро, трондьемитов и гранитогнейсов. Однако при совместном рассмотрении всех интрузивных комплексов наилучшее разделение полей достигается на диаграмме  $K_2O-SiO_2$  по Тейлору, где ультрамафиты занимают низкокалиевое поле, габбро - среднекалиевого базальта и пикробазальта, хорошо разделяются трондьемитовая (низкокалиевое поле) и гранитогнейсовая (средне- и высококалиевые), при этом поля гранитогнейсов Бжнийского и Лусагюхского массивов перекрывают друг друга и фактически совпадают. На диаграмме TAS  $Na_2O + K_2O-SiO_2$  габбро оказываются выше линии Макдональда-Коцеры, ультрамафиты - ниже. Составы трондьемитов и гранитогнейсов на диаграмме  $K_2O + Na_2O-SiO_2$  не разделяются и практически совпадают, но выявляется их важная субщелочная особенность, при этом оба соответствуют в подавляющем большинстве субщелочным гранитам с единичными фигуративными точками в полях гранита и лейкогранита (2 анализа), но ведь они долгое время были известны под названием "лейкогранитов". На специализированных диаграммах серпентиниты по нормативному составу (по Ритману) в большинстве оказываются в поле гарцбургитов и реже - лерцолитов, а пробы тремолитолитов - в поле пироксенитов.

Габбро оказываются в поле габбро по Де Бону и Ле Форту (P-Q), в толеитовом с переходом на граничную линию по AFM и в поле высокожелезистых толеитов по диаграмме Йенсена.

Трондьемитовая формация на диаграмме AFM характеризуется переходом от толеитовых к известково-щелочным составам, причем их составы кучно располагаются в трондьемитовом поле на диаграммах Ab-An-Or O.Коннора. В последнем случае составы трондьемитов располагаются в высокобарической области выше 5кбр. Составы располагаются вдоль конноды частичного плавления толеита Килауэа (Helts, 1976), при этом значительная их часть располагается в области изобары 5кбр и более. По соотношению  $K_2O/Na_2O-SiO_2$  относятся в большинстве натриевым, по  $K_2O-SiO_2$  частично относятся к океаническим трондьемитам, а по  $Na_2O + K_2O-SiO_2$  к субщелочным низкощелочным гранитам и гранитам при почти полном отсутствии лейкогранитов.

Гранитогнейсовая формация представлена Бжнийским и Лусагухским массивами, при этом в Бжнийском массиве наряду с гранитогнейсами присутствуют альбититы и альбитовые плагиограниты второй фазы. По соотношению  $K_2O-SiO_2$  альбититы выделяются низкокалиевым характером, а гранитогнейсы относятся к среднекалиевому и реже высококалиевому типам при  $SiO_2$  64-78%. Низкощелочной субщелочной характер пород выявляется на диаграмме  $Na_2O + K_2O-SiO_2$ , с переходом единичных анализов в поле лейкогранитов. Известково-щелочной характер, в отличие от трондьемитов, выявляется на диаграмме  $Na_2O-K_2O-CaO$  для гранитогнейсов, тогда как альбититы оказываются в трондьемитовом поле. На диаграмме  $NaAlSi_3O_8-KAlSi_3O_8-SiO_2-H_2O$  составы гранитогнейсов оказываются в области легкоплавкого "корыта" изобарических сечений 1-0.5кбр и  $T=700-800^{\circ}C$  с отклонением альбититов к боковому альбитовому минимуму, выявленного в опытах Фон Платтена. На нормативной диаграмме Ab-An-Or составы гранитогнейсов располагаются в полях гранита, адамеллита и частично трондьемита. Петрохимические результаты находятся в соответствии с геологическими и петрографическими наблюдениями, свидетельствующие о выплавлении трондьемитовой магмы за счет второго слоя в основании энсиматической островной дуги и о выплавлении гранитной магмы за счет плавления парасланцевой инфраструктуры.

Петрохимические особенности метаморфических пород **аллохтонных блоков** герцинской фундамента в офиолитах на диаграмме Предовского-Симонена свидетельствуют об отклонении исходного состава гранатовых амфиболитов Амасийского массива от состава основных изверженных пород в сторону осадочных пород (гаувакк), тогда как плагиогранитные выплавки соответствуют кислым изверженным породам. Гранат-слюдяные сланцы Дзорагетского массива, верховьев р.Памбак (Сатанахач) и Аджарис соответствуют пелито-псаммитам, большинство безгранатовых амфиболитов из этих выходов соответствуют основным изверженным породам, то же для глаукофанового сланца. Низкокалиевая природа гранатовых амфиболитов,

амфиболитов и плагиогранитов всех выходов четко оттеняется на диаграмме  $K_2O/Na_2O-SiO_2$  (ниже 0.5) и высококалиевый характер метапелитовых гранат-двусланцев. Субщелочной характер большинства пород проявляется на диаграмме сумма щелочей-кремнезем с переходом состава части безгранатовых амфиболитов и глаукофанового сланца в область щелочных базальтов. Петрохимический анализ метаморфических пород аллохтонных блоков показывает незрелый характер осадков нижних уровней герцинского фундамента (низкокалиевый основной состав) с увеличением степени зрелости из блоков более высоких уровней (Дзорaget). вплоть до зрелых песчано-глинистых высококалиевых отложений Ахумского и Асрикчайского массивов.

В главе 11 рассматривается минералогия метаморфических комплексов на основании 28 микрозондовых анализов индекс-минералов с зондированием от центра к периферии кристаллов и 12-и объемно-химических анализов тех же минералов. Следует указать, что среди регионально-метаморфических комплексов Армении пироксены отсутствуют. Метаморфогенные минералы-новообразования представлены альмандиновым гранатом, амфиболами, слюдами, полевыми шпатами, ставролитом, эпидотом, силикатами глинозема (андалузит, силлиманит), кордиеритом, оттрелитом, рутилом, кварцем, рудными и акцессорными минералами и графитом. Андрадит-гроссуляровые гранаты, пироксены, оливин, везувиан, скаполиты, топаз, корунд и другие минералы распространены в контактово-метаморфических (роговики, скарны) и гидротермально-измененных породах, развитых локально в термальных ореолах мезокайнозойских интрузий, в рудных полях и в поствулканических метасоматитах. Рассматриваются особенности химических составов главных индекс-минералов - гранатов, амфиболов, слюд, плагиоклаза, турмалина с оценкой P-T условий образования.

Гранаты представлены альмандиновым рядом (пиральспиты) (альм. 50%), при этом в среднепротерозойской инфраструктуре наблюдается регрессивный метаморфизм с уменьшением альмандиновой составляющей от центра к периферии кристаллов, что связано с постепенным воздыманием инфраструктуры и диафорезом. В Амасийском блоке гранатовых амфиболитов от центра к периферии кристаллов граната наблюдается увеличение пироповой составляющей от 25 до 28%, уменьшение гроссуляра от 8 до 5% при ничтожных содержаниях спессартина (0.18-0.35%), что указывает на прогрессивный тип метаморфизма с увеличением одновременно T и P. В Дзорagetском массиве также наблюдается прогрессивный тип метаморфизма при сравнительно низкой (зеленосланцевой) фации метаморфизма (содержание спессартина составляет 17-15% при близком валовом составе пород с Амасийским). Составы гранатов среднепротерозойской инфраструктуры Цахкуняцкого массива оказываются на границе полей

амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций, то же для Дзорагетского массива, составы гранатов Амасийского массива располагаются в поле амфиболитовой, но не эклогитовой фаций. Литературные микрозондовые анализы гранатов (Павленко, Геворкян, Мартиросян, 1977), отобранные из протоколов офиолитовых вулканитов и габброидов дают скопление в поле эпидот-амфиболитовой и роговиковых фаций с переходом в поле амфиболитовой фаций, что отражает условия океанического метаморфизма второго слоя океанической коры по Колману (1979), а составы гранатов, отобранных из протоколов собственно серпентинизированных ультрамафитов, оказываются на месте пересечений границ полей амфиболитовой и эклогитовой фаций, что отражает, очевидно, условия метаморфизма третьего слоя океанической коры (условия океанической мантии).

**Амфиболы.** Рассматриваются 13 мономинеральных химических анализов, преимущественно микрозондовых и ряд весовых анализов, три из которых взяты из литературы. Химические анализы подтвердили результаты оптических исследований об отнесении амфиболов Гергерского массива к глаукофану, актинолитовый состав амфиболов порфиритоидов грукской свиты верхнего протерозоя. Амфибол анкаванской метаофиолитовой свиты имеет состав магнезио-горнбленда, а амфиболы гранатовых амфиболитов Амасийского массива относятся к чермакитовой роговой обманке. Несмотря на определенное влияние валового состава пород, амфиболы метаморфических комплексов отражают условия метаморфизма.

**Биотиты,** в отличие от гранатов и амфиболов отражают преимущественно валовый состав вмещающих пород, хотя замечено, что с увеличением степени метаморфизма увеличиваются содержания магния и октаэдрического алюминия в элементарной ячейке биотита, если сравнивать породы одинакового состава. Наибольшим содержанием указанных компонентов обладают биотиты из линзы биотитолита, заключенного в гранитогнейсах, а слюдяные сланцы инфраструктуры обладают наименьшими содержаниями, что отражает условие диафореза, а биотиты из Дзорагетского массива, хотя и содержат максимальные значения октаэдрического алюминия, магния в них заметно меньше, чем в биотитолите, что отражает их валовый состав.

**Мусковиты** развиты во всех метапелитовых и гранитоидных ассоциациях. По химическому составу они все относятся к мусковитам. При использовании геотермометра Ламберта (1959) по парагонитовой составляющей температура слюдяных сланцев получается не выше 450°C, что является, очевидно, отражением регионального диафореза верхнепротерозойского события, наложенного на инфраструктуру.

**Плаггиоклазы** являются надежным индикатором степени метаморфизма при условии достижения равновесия при метаморфизме. Микрозондовые профили подтверждают обратную зональность в плаггиоклазах, наблюдаемую микроскопически в гранатových амфиболитах Амасии, что в соответствии с химической зональностью ассоциирующего граната свидетельствует о прогрессивном типе метаморфизма.

В главе 12 рассматривается метаморфизм на основании проецирования химических составов пород на парагенетические треугольные диаграммы состав-парагенезис АСF и А'KF по Винклеру (1969). Пятна опсевдоморфозы, выполненные мелкочешуйчатым "пинитом", в нижней серии скорее всего принадлежат кордиериту, т.к. составы пород в большинстве укладываются в треугольник биотит-мусковит-кордиерит. Из рассмотрения диаграмм состав-парагенезис можно заключить, что среднепротерозойский региональный метаморфизм на Цахкуняцком массиве достиг биотит-кордиерит-мусковитовой субфации фации альмандиновых амфиболитов. Заметное содержание спессартинового минала (8.5%) в альмандине и регрессивная зональность последнего и наличие андалузита взамен кианита подтверждают отнесение среднепротерозойского метаморфизма в Цахкуняцком массиве к типу Бахн низкого P/T характера при  $T=550^{\circ}\text{C}$  и  $P=3.8\text{кбар}$ . На Айнтапском поднятии, где обнажается, очевидно, более глубокий срез инфраструктуры (скв. 1-Тазахюх), метаморфизм достигает альмандин-кордиерит-ставролит-мусковит-калишпатовой субфации при  $T=600^{\circ}\text{C}$  и  $P=6.5\text{кбар}$ .

Верхнепротерозойская (верхняя) серия определяется кварц-альбит-мусковит-хлоритовой субфацией фации зеленых сланцев. Наличие оттрелита (хлоритоида) позволяет верхнепротерозойский метаморфизм отнести к типу Барроу в фации зеленых сланцев при  $T=450-470^{\circ}\text{C}$  и  $P=4\text{кбар}$ .

Герцинский метаморфизм на нижних уровнях фундамента достигает дистен-альмандин-мусковитовой субфаций фации альмандиновых амфиболитов при  $T=680^{\circ}\text{C}$  и  $P=6\text{кбар}$ , при котором началось также выплавление плаггиогранитных расплавов. О высоких P-T условиях свидетельствуют также ничтожные содержания спессартина в гранатах и чермакитовый состав амфибола. На верхних уровнях герцинского фундамента метаморфизм на Дзорагетском массиве соответствует кварц-альбит-эпидот-альмандиновой субфации фации зеленых сланцев при  $T=470^{\circ}\text{C}$  и  $P=4\text{кбар}$ . Тем самым мы получаем информацию о 6-километровом срезе герцинского фундамента. Глаукофановые сланцы Гергерского массива при отсутствии граната и лавсонита ограничивают температуру  $T=300-350^{\circ}\text{C}$  при значительном давлении порядка  $P=7\text{кбар}$ . Подобные сверхдавления при низкой температуре возможны под клином земной коры в зоне субдукции на

глубинах порядка 18-20км, либо под аккреционными призмами при сжатии пород и обдукции офиолитов.

В главе 13 рассматриваются метаморфогенные полезные ископаемые Армении, которые представлены как металлическими (золото, титан, железо и редкие металлы), так и нерудными (мрамор, доломит, гранат, графит, турмалин, минеральные краски).

**Золото.** Пробирный анализ шести проб филитов выявил в пяти из них промышленные содержания золота - 0,8, 2,7, 5,2, 6,0 и 22,7г/т и серебра от 12 до 24,3г/т. В связи с отсутствием гидротермальных изменений и сульфидных минералов мы относим золото к типу древних россыпей. Оруденение не исследовано.

**Титан** в виде промышленных скоплений представлен вкрапленностью рутила в амфиболитах казахской свиты с содержанием до 3%. Рутил образует псевдоморфозы по первичному ильмениту исходных габбро и диабазов, и был выделен как остаточный малоподвижный компонент при связывании железа ильменита в состав амфибола при региональном метаморфизме. Однако под влиянием гидротерм тоналитовых интрузий неокома (Агверанский, Анкаванский, Миракский) происходит сфенизация рутила по определенным зонам празинитизации амфиболитов. Технологические пробы на титан без учета этого процесса, ориентированные на содержание  $TiO_2$ , дали отрицательные результаты. Кроме известных рутилоносных амфиболитов, нами выявлен новый вид рутилового сырья в виде уникальных жил чистого рутилита мощностью 20см с раздувами до 30см, которые прослеживаются на 30м и скрываются под наносами. Они развиты вне поля амфиболитов в 3,5км к северо-востоку от Арзаканского месторождения рассеянного рутила. По данным химического анализа, содержание  $TiO_2 = 92,86\%$ , а в околожильном ореоле с вкрапленностью рутила содержание  $TiO_2 = 59,12\%$ . Оценка участка потребует лишь незначительные поисковые и очистные работы.

**Железо.** Железные руды в метаморфическом комплексе нами обнаружены в двух генетических типах - джеспилитов и таконитов. Джеспилиты, представленные сплошным гематит-магнетитовым железняком, образуют пластовое тело мощностью 0,5м, согласно стратифицированное в сурсаркиской сл.те среднего протерозоя. Участок не опоискован и не разведен. Таконитовое оруденение железа представлено вкрапленностью магнетита (до 35%) в порфироидах (метариолитах) далларской свиты. Железо имеет вулканогенное происхождение выделившейся при дифференциации толеитовой магмы и перекристаллизованное в магнетит при метаморфизме. Участок не разведен и о масштабах можно судить лишь по простиранию (2км) и мощности (80м) таконитов на поверхности.

*Олово и вольфрам* обнаружены по данным количественно-спектральных анализов 0.038, 0.013% олова и 0.0075, 0.0032 и 0.0024% вольфрама в альбититах Бжнийского массива.

*Нерудные полезные ископаемые* (мрамор, доломит, минеральные краски, графит, гранат, турмалин) были разведаны давно и часть из них эксплуатируется. Месторождения мрамора разрабатывается на Сулидзорском (Арзаганском) и Агверанском карьерах. Они образованы при метаморфизме известняковых прослоев при метаморфизме. Доломиты также образуют мощные пластово-линзовидные тела, изученные и оконтуренные Г.П.Багдасаряном (1944, 1949). Содержание MgO во многих из них приближается к теоретическому (21%). Графит содержится в черных графитовых сланцах ванкидзорской свиты мощностью 100м и относится к низкосортному скрытокристаллическому типу (до 2%), выгорающему при 700°C. Может быть использован в сталелитейной промышленности для рекарбурации стали, для производства защитных красок и кровельных композиций после обогащения. *Гранат* может служить сырьем для производства нежестких абразивных материалов. Он образует порфиробласты в гранатовых амфиболитах Амасийского массива размером до 3см, составляя 30-40% объема породы на площади более 1кв.км, а также мелкими (до 1см) зернами развит в графитовых сланцах ванкидзорской свиты. Сырье требует небольшого гравитационного обогащения.

## В ы в о ы

1. Территория Армении подстилается диахронным кристаллическим фундаментом, который был сформирован в результате верхнемеловой коллизии Армянно-Иранского мезоконтинента подстилаемый докембрийским пан-африканским(байкальским) фундаментом и Сомхето-Карабахской островной дугой с герцинским фундаментом.

2. Докембрийский фундамент имеет двухъярусное строение: инфраструктура имеет СВ план дислокаций и представлен полиметаморфической парасланцевой арзаганской группой (нижняя серия) древнего кратона; супраструктура имеет субмеридиональный план дислокаций и представлен тектоническим сочленением энсиалической далларской и энсиаматической анкаванской островодужных групп(серий) верхнего протерозоя.

3. Эволюция осадконакопления инфраструктуры проходила в условиях мелководия амагматической платформы. Пелитовые отложения претерпели метаморфизм в алмадин-амфиболитовой фации типа Бахн при  $T = 550^{\circ}\text{C}$  и  $P = 3,8$  кбр.

4. В верхнем протерозое произошла деструкция Древнего кратона со спредингом новой океанической коры Протетиса, где в СОХ формировались базальтовые коматииты, габбро и оливин-нормативные толеиты казахской свиты во втором слое, гарцбургиты и серпентиниты во третьем слое и отлогались фтаниты на абиссальной равнине.

5. На океанической коре произошло заложение энсиматической ОД(анкаванская свита), эволюция которой завершилась выплавлением мантийной трондьемитовой магмы 685 млн.лет назад из океанических толеитов при  $T = 700^{\circ}\text{C}$  и  $P = 4\text{-}5\text{кбр.}$  с последующим гравитационным всплытием магмы до наблюдаемого уровня амфиболитов фации зеленых сланцев типа Барроу( $T = 450^{\circ}\text{C}$ ,  $P = 3\text{-}3,5\text{кбр.}$ ). Одновременно в тыловой части Анкаванской ОД шла субдукция океанической коры Протетиса под Арзаканский сиалический блок древнего кратона с формированием над ней Далларской энсиалической ОД, с извержением кварц-нормативной толеитовой магмы порфиритоидов грукской свиты на аркозовый шлейф(бертитакская свита) древнего кратона, контрастно сменившийся извержением риолитовой магмы порфириоидов далларской свиты и завершившийся отложением мощных пластов известняков с прослоями граувакк агверанской свиты.

6. При смыкании Протетиса в ходе пан-африканского орогенеза произошла коллизия типа дуга-дуга с обдукцией офиолитов анкаванской ОД на далларский энсиалический ОД, под тяжестью которых парасланцевая инфраструктура последней оказалась в предварительно прогретых глубинах с высоким стоянием геозотерм зоны субдукции, что привело к выплавлению коровой калиевой гранитной магмы и метаморфизму супраструктуры в фации зеленых сланцев типа Барроу при  $T = 450\text{-}470^{\circ}\text{C}$  и  $P = 4,0\text{ кбр.}$  Гравитационный подъем гранитогнейсовых диапировых куполов привел к окончательной кратонизации мобильной зоны 620 млн.лет назад как СВ части Нубийско-Аравийского неократона.

7. Герцинский фундамент в Ахум-Асрикчайском автохтоне представлен метапелито-псаммитовыми и метаофиолитовыми сланцами фации зеленых сланцев, образованных при  $T = 470^{\circ}\text{C}$  и  $P = 4,0\text{ кбр.}$  Alloхтонные экзотические блоки и глыбы метаморфических сланцев, тектонически заключенные в верхнемеловую офиолитовую олистотрому Малого Кавказа являются фрагментами разных уровней герцинского фундамента, отторгнутые из форленда при обдукции офиолитов при континентальной коллизии. Они метаморфизованы на Амасийском и Зодском массивах в высокой дистен-альмандин-мусковитовой субфации фации альмандиновых

амфиболитов при  $T = 680^{\circ}\text{C}$  и  $P = 6,0\text{кбар}$  с выплавлением in situ плагиогранитной магмы, что позволяет судить о 7км срезе герцинского фундамента.

8. Разработана новая схема стратиграфического расчленения докембрия с географическими наименованиями свит и групп(серий).

9. Обнаружен новый тип золотого оруденения в виде метаморфизованных древних россыпей с промышленными содержаниями, локализованными в бертитакской свите филлитов. Рекомендуется также возобновление поисково-разведочных работ на рутил в связи с новыми закономерностями локализации оруденения и обнаружением жил чистого рутилита. Выявленные нами джеспилиты и такониты могут быть использованы при разработке Разданского железорудного месторождения после проведения поисково-разведочных работ.

#### Список работ по диссертации

1. Агамалян В.А. Региональный диафторез в Арзаканском кристаллическом массиве// Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, 1968, N1-2, С.95-102.
2. Агамалян В.А. О выделении свиты аполипаритовых порфиroidов в Арзаканском кристаллическом массиве// Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, 1968, N5, С.25-30.
3. Сатиан М.А. Агамалян В.А., К прогнозу подластового строения южной части Гегамского нагорья// Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, 1968, N2, С.97-98 (Полный текст статьи депонирован в ВИНТИ).
4. Агамалян В.А. Геология и петрология сланцевого комплекса Арзаканского кристаллического массива// Диссертация на соискании ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, М.,МГУ, 1970, 290с.
5. Багдасарян Г.П., Абовян С.Б., Агамалян В.А. и др. Магматические формации Армянской ССР и связанные с ними полезные ископаемые// В кн.: Магматизм, формации крист. пород и глубины Земли, "Наука", М., 1972, с.122-137.
6. Агамалян В.А. Древние метаморфические комплексы Армянской ССР и специфика их крупномасштабного картирования// Тез.докл. 2-го Регион.петрограф.совещ. по Кавказу, Крыму и Карпатам. Ереван, 1973, С.11-13.
7. Агамалян В.А. Докембрий-нижний полеозой Армянской ССР// В кн.: Геология Армянской ССР, т.5, Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1974, С.9-57.

8. Багдасарян Г.П., Абовян С.Б., Агамалян В.А. и др. Формационное расчленение магматических комплексов Армянской ССР// Зап.Арм. Отд.ВМО, вып.7, 1974, С.3-24.
9. Цамбел Б, Багдасарян Г.П., Агамалян В.А. и др. Радиогеохронология горных пород и молодых наложенных процессов области Малых Карпат (Словакия)// В кн.: Опыт корреляции магм. и метаморф. пород, М.: Наука, 1977, С.199-208.
10. Агамалян В.А. Древние метаморфические комплексы территории Армянской ССР и их тектоническое положение// В кн.: Материалы 2-го Регион.петрограф.совещ. по Кавказу, Крыму и Карпатам. Тбилиси: Изд.КИМС, 1978, С.109-115.
11. Агамалян В.А., Рудаков С.Г. Некоторые проблемы корреляции доварисских и варисских событий в Средиземноморской части Альпийского пояса// Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, т.33, 1980, N1, С.77-84.
12. Adamia Sh., Agamalian V., Belov A., Letavin A., Somin M. Pre-Variscan and Variscan Complexes of the Caucasus and Precaucasus (Northern part of Geotravers G)// IGCP Project 5, "Newsletter" No.2, Padova, Italy, 1980, P.10-49.
13. Агамалян В.А. Метаморфические формации байкальского этапа// В кн.: Магматические и метаморфические формации Армянской ССР. Изд.АН Арм.ССР, Ереван, 1981, С.38-50.
14. Агамалян В.А. Ультрамафитовая формация докембрия// В кн.: Магматические и метаморфические формации Армянской ССР. Ереван: Изд.АН Арм.ССР, 1981, С.50-55.
15. Агамалян В.А. Формация глаукофановых сланцев// В кн.: Магматические и метаморфические формации Армянской ССР. Ереван: Изд.АН Арм.ССР, 1981, С.121-122.
16. Багдасарян Г.П., Гукасян Р.Х., Агамалян В.А. Возрастное расчленение магматических, метаморфических и рудных формаций Армянской ССР// Ереван: Фонды ИГН НАН РА, 1982, 356с.
17. Агамалян В.А., Асланян А.Т., Багдасарян Г.П., Гукасян Р.Х. Области ассинтской и герцинской консолидации в кристаллическом основании структурно-формационных зон территории Армянской ССР// В кн.: Матер.Кавказск.о Симпозиума Проекта N5 МПГК, М., 1982, С.15-16.
18. Агамалян В.А. Стратиграфия докембрия Армянской ССР// Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, 1983, N4, С.26-39.
19. Агамалян В.А. Карта кристаллического фундамента Армянской ССР// Фонды Гос.Упр.Арм. по недрам и ИГН НАН, 1985, 180с.
20. Агамалян В.А. Мезозойский аккреционный комплекс (Апаранская серия) Цахкуняцкого хребта Армянской ССР// Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, 1987, N2, С.13-24.

21. Агамалян В.А. Докембрийская ультрамафитовая формация фундамента Армянской ССР// Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, т.12, 1988, N4, С.31-43.
22. Agamalian V.A. Metamorphic and pre-Jurassic formations of the Armenian SSR, USSR// IGCP Project No. 276, Abs., Greece, 1988, P.8-9.
23. Belov A., Abesadze M., Adamia Sh., Agamalian V., Chegodaev L., Levatin A., Omelchenko V., Somin M. Explanatory Note of the stratigraphic correlation forms series of the Caucasus (USSR)// Rend. Soci. Geol. Italy, 12, 1989, P.119-126.
24. Агамалян В.А. Докембрийский вулканизм Армении// Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1994, т.47, N1-2, С.7-23.
25. Агамалян В.А. Докембрийская габбровая формация Армении// Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1994, т.47, N3, С.31-37.
26. Агамалян В.А. Формирование и эволюция земной коры области сочленения пассивной и активной окраин Тетиса на примере Армении// Закономерности эволюции земной коры. Междунар.конференция. Тез.докл., 1996, т.2, Санкт-Петербург, С.23.
27. Агамалян В.А., Гукасян Р.Х., Багдасарян Г.П. Изотопно-геохимические исследования докембрийских и фанерозойских магматических, метаморфических и рудных формаций Армении// Заключительный отчет по госбюджетной теме 92-226, Ереван, 1996, Мин.экономики и фонды ИГН НАН РА, 38с.
28. Агамалян В.А., Гукасян Р.Х., Багдасарян Г.П. Докембрийская трондьемитовая формация Армении// Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1997, N3, С.12-21.

Վ. Ա. Աղանայան  
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԲՅՈՒԻՆԴՐԱՅԻՆ ՀԻՄՔԸ  
Ամփոփում

Հայաստանի տարածքի ծալքավոր առաջացումները խարսխված են դիաբրոն բյուրեղային հիմքի վրա, որը կազմավորվել է ստորին կոնյակում տեղի ունեցած մայրցամաքային բախման պատճառով Հայ-Իրանական զանգվածի միջքեմբրյան պան-աֆրիկյան(բայկալյան) և Սոմխեթ-Ղարաբաղի հերցինյան հիմքերի միակցման հետևանքով: Մինչքեմբրյան հիմքը կազմված է 2 կառուցվածքային հարկերից: Ստորինը ներկայացված է պոլիմետամորֆային նսվածքային ծագման արգաքանի սերիայով (1460մ), որը հանդիսանում է հնագույն կրատոնի մի զանգվածը: Վերին հարկը ներկայացված է վերին պրոտերոզոյի հասակի էնսիալիկ դալարի (1850մ) և էնսիմատիկ հանքավանի (3481մ) կղզաղեղային համալիրների (ԿՀ) տեկտոնոկան համակցումով: Ստորին հարկի նստվածքառաջացումը ընթացել է անագմատիկ պլատֆորմի ծանծաղ ջրային պայմաններում, հետագայում ենթարկվելով այմանդիտ-ամֆիբոլիտային ֆացիայի Բախն տիպի մետամորֆիզմի  $T = 550^{\circ}\text{C}$  և  $P = 3,8$  կրր պայմաններում: Վերին պրոտերոզոյի ընթացքում տեղի է ունեցել հնագույն կրատոնի տրոհումը և Պրոթետիսի նոր օվկիանոսային կեղևի սպրեդինգը , ուր միջօվկիանոսային լեռնաշղթայի սահմաններում ընթացել է քասախի շերտախմբի (1853մ) բազալտային կոմատիտների, գաբրոների և օլիվին-նորմատիվ տոլեիտային բազալտների ձևավորումը երկրորդ շերտում, հարցբուրգիտների և սերպենտինիտների ձևավորումը երրորդ շերտում և ֆտանիտների նստեցումը օվկիանոսի արխալ հարթավայրում: Պրոթետիսի օվկիանոսային կեղևի վրա ձևավորվել է էնսիմատիկ ԿՀ (հանքավանի շերտախմբ), որի էվոլյուցիան հանգեցրել է օվկիանոսային տոլեիտներից մանթիական ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ )<sub>0</sub> = 0,703361 տրոնդյեմիտային մագմայի արտահալմանը  $T = 700^{\circ}\text{C}$  և  $P = 4-5$  կրր պայմաններում և նրա տեղադրմանը 685 մլն տարի առաջ առկա Բարոու տիս-ի կանաչ թերթաքարային ֆացիայի ( $T = 450^{\circ}\text{C}$ ,  $P = 3-3.5$  կրր) ամֆիբոլիտային հաստվածքում: Միաժամանակ հանքավանի ԿՀ -ի թիկունքում ընթացել է Պրոթետիսի կեղևի սուբդուկցիան դեպի արգաքանի սիալիկ զանգվածի տակը՝ գիուգի շերտախմբի պորֆիրոտիդների քվարց-նորմատիվային տոլեիտային մագմայի ժայթքումով բերդիտակի շերտախմբի արկոզների վրա, որը փոխվել է դալարի շերտախմբի պորֆիրոտիդների ռիոլիտային մագմայի ժայթքումով և ավարտվել է աղվերանի շերտախմբի կրաքարի հզոր շերտերի ձևավորմամբ:

Պրոթետիսի փակման պան-աֆրիկյան օրոգենեզի ընթացքում տեղի է ունեցել աղեղ-աղեղ տիպի բախում(կոլիզիա) դալարի էնսիալիկ և հանքավանի էնսիմատիկ

ԿՀ-ների միջև օֆիոլիտային զանգվածների օբդուկցիայով, որոնք ծանրության տակ սիալիկ հիմքը ընկղմվել է սուբդուկցիայի հետևանքով տաքացած խորքերը: Այն հանգեցրել է սիալիկ հիմքի փայլարային թերթաքարերից կեղևային ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ )<sub>0</sub> = 0,7102; 0,7092 կալիումային գրանիտային մագմայի արտահավանքը և վերին համալիրի ապարների Բարոու տիպի կանաչ թերթաքարային ֆացիայի մետամորֆիզմին

$T = 450-470^\circ\text{C}$  և  $P = 4.0$  կբր պայմաններում: Կալիումային գրանիտոզնեստերի զըմբեթային դիապիրների վեր բարձրացման հետևանքով 620 մլն տարի առաջ տեղի է ունեցել նախկին ծալքավոր մարզի վերջնական կարծրացումը (կրատոնիզացիան) իբրև Նուբիական-Արաբական նեոկրատոնի հյուսիս-արևելային մասը:

Հերցինյան հիմքը Հայտում-Ասրիկ ավտոխտոնում ներկայացված է 293 մլն տարի առաջ  $T = 470^\circ\text{C}$  և  $P = 4,5$  կբր պայմաններում կանաչ թերթաքարային ֆացիայի մետամորֆիզմի ենթարկված ոչ հասուն ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ )<sub>0</sub> = 0,7060 կավավազաքարային և մետաօֆիոլիտային թերթաքարերով: Մետամորֆային ապարների ալոխտոն բլոկները, որոնք տեկտոնապես պարփակված են Փոքր Կովկասի վերին սենոնի օֆիոլիտային օլիսոստրոնում (Ամասիա, Ձորագետ, Հերիեր, Ջոդ, Աջարիս, Երանոս), հանդիսանում են հերցինյան բյուրեղային հիմքի մասնիկները, որոնք պոկվել են մեզոզոյան օվկիանոսի կեղևի օբդուկցիայի ընթացքում Սոմխեթո-Ղարաբաղի ԿՀ սիալիկ ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ )<sub>0</sub> = 0,7051 և 0,705315 հիմքից: Ամասիայի և Ջոդի տեղամասերում նրանք կրում են համապատասխանաբար  $330 \pm 42$  և  $296 \pm 9$  մլն տարի հասակի այնպիսի-ամֆիբոլիտային ֆացիայի բարձր աստիճանի դիստեն-ալմանդին-մուսկովիտային սուբֆացիայի ( $T = 680^\circ\text{C}$ ,  $P = 6,0$  կբր) մետամորֆիզմ, տեղում պլազիոգրանիտային մագմայի հալումով և ավտոխտոնի հետ միասին հնարավորություն են ընձեռնում դատելու հերցինյան հիմքի 7 կմ կտրվածքի մասին:

Աշխատանքում մշակված է Հայաստանի մինչքեմբրյան ժամանակի (էոնի) ստրատիգրաֆիան, միավորների նոր աշխարագրական անվանումներով:

Հայտնաբերված է ոսկու արդյունաբերական (2-22 գ/տ) պարունակություն ունեցող նոր տիպի հանքանյացում մետամորֆիզմի ենթարկված ցրոնների ձևով պարփակված բերդիտակի շերտախմբի ֆիլիտներում: Առաջարկվում է նաև վերսկսել տիտանի որոնողա-հետախուզական աշխատանքները ռուտիլի հանքանյացման նոր օրինաչափությունների և մաքուր ռուտիլի երակների հայտնաբերման կապակցությամբ: Մեր կողմից հայտնաբերված ջեսպիլիտները և տակոնիտները որոշ որոնողա-հետախուզական աշխատանքների իրակացումից հետո կարող են ընդգրկվել Հրազդանի երկաթի հանքավայրի շահագործման ընթացքում:

*Վ. Մոչմանյան*

## **Տպագրված է ՀՀ ԲՈՎ-ի պատրվերով**

Հանձնված է տպագրության 16.11.98 թ: Պատվեր 271: Տպաքանակ 70:

---

Տպագրված է «Դավիթ» կոոպերատիվի տպարանում:  
Երևան, Տերյան 72:

1938

Handwritten text, possibly a title or header, appearing as a faint, mirrored bleed-through from the reverse side of the page.

Handwritten text, possibly a date or reference number, appearing as a faint, mirrored bleed-through from the reverse side of the page.

Handwritten text, possibly a signature or name, appearing as a faint, mirrored bleed-through from the reverse side of the page.