

ՀՄՍՌ ԳԱ Երկրաբանական և աշխարհագրական  
գիտությունների սերիա

**ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ**  
**НАУКИ О ЗЕМЛЕ**  
**EARTH SCIENCES**



## ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈԼԵԳԻԱ՝

Ա. Հ. Գաբրիելյան (պատ. խմբագիր), Ա. Տ. Ասլանյան,  
Ա. Բ. Բաղդասարյան, Գ. Պ. Բաղդասարյան, Ն. Ի. Գոլու-  
խանովա, Թ. Շ. Թադևոսյան, Է. Ա. Խաչատրյան (խմբա-  
գրի տեղակալ), Ա. Հ. Մեսրոպյան, Ս. Ս. Մկրտչյան, Է. Հ.  
Հարությունյան (պատ. քարտուղար), Ն. Գ. Մելիք-Մուրա-  
դյան, Ս. Մ. Այվազյան:

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. А. Габриелян (ответ. редактор), А. Т. Асланян,  
А. Б. Багдасарян, Г. П. Багдасарян, Н. И. Долуханова,  
А. И. Месропян, С. С. Мкртчян, Т. Ш. Татевосян,  
Э. А. Хачатурян (зам. редактора), Э. А. Арутюнян  
(отв. секретарь), Н. Г. Мелик-Мурадян, С. М. Айвазян.

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

Н. А. СААКЯН-ГЕЗАЛЯН

К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ ЗОНЫ *BOLIVINA* В ТРЕТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЮГА СССР

В связи с выяснением стратиграфической значимости вида *Bolivina antegressa* Subbotina в третичных отложениях юга СССР, нами было произведено исследование большого числа экземпляров этого вида, отобранного из образцов послойных разрезов палеогеновых

отложений Ереванского бассейна.

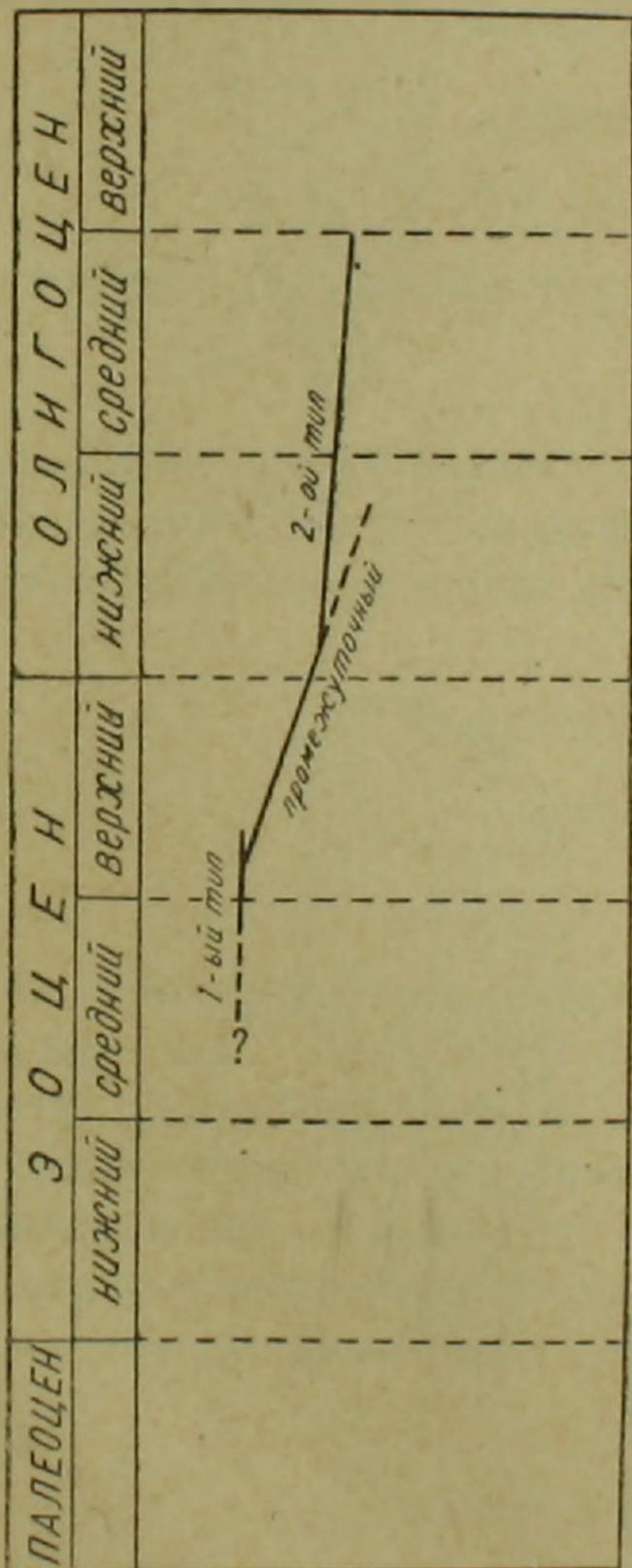
Вертикальное распространение этого вида показало строгую приуроченность его к толщам верхнего эоцена и олигоцена. В палеоцене и нижнем эоцене он не обнаружен (фиг. 1).

В самых верхах среднего эоцена в комплексе с *Nummulites perforatus* Montf., *Globigerinoides conglobatus* Brady и *Hantkenina liebusi* Schokhina обнаружены единичные экземпляры раковин этого вида; в верхнем эоцене и олигоцене наблюдается его массовое развитие (табл. 3).

Послойное изучение фактического материала в ряде разрезов показало некоторую закономерность изменений морфологических признаков, что позволило выделить несколько типов строения раковин, приуроченных к определенным стратиграфическим единицам.

Первый, и стратиграфически более низко обнаруживаемый тип строения раковины угловато-низко и плоскокамерный, с широкими швами, с прямыми передними краями камер.

Второй, стратиграфически наиболее высоко обнаруживаемый тип раковины округло, сравнительно высоко и вздутокамерный, с отростками на нижних краях камер.



Фиг. 1. Схема вертикального распространения *Bolivina antegressa* Subbotina в третичных отложениях Ереванского бассейна.

Третий, промежуточный тип строения раковины, имеющий признаки первого и второго типов, обнаруживается стратиграфически в средней части толщ.

Раковины первого типа встречаются в самых верхах среднего эоцена, в отложениях с *Nummulites perforatus*, *Hantkenina liebusi*, *Globigerinoides conglobatus*, а также в низах верхнего эоцена.

Раковины второго типа встречаются в отложениях олигоценового возраста, охарактеризованных *Nummulites intermedius*, *N. vascus* (без *Globigerinoides conglobatus* и без *Hantkenina*).

Раковины промежуточного типа встречаются в верхнем эоцене в толщах с *Nummulites fabianii*, *Globigerinoides conglobatus*, *Hantkenina alabamensis* и частично в низах олигоцена.

Ниже приводится описание основных признаков изменчивости *Bolivina antegressa* Subbotina в Ереванском бассейне.

### *Bolivina antegressa* Subbotina

(1-ый тип, верхнеэоценовый)

Таблица 1, фиг. 1; табл. 2, фиг. 4, 6.

Раковина клиновидная, угловатая (в конечной части), снабжена килем, камеры низкие, плоские, [угловатые.

Края камер прямые (слегка изогнутые).

Верхний и передний края камер в приустьевой части образуют почти прямой угол. Швы широкие, двуконтурные (просвечивающие апертурные дудки ясно видны), нижние края камер прямые (без боковых отростков).

### *Bolivina antegressa* Subbotina

(2-ой тип, олигоценовый)

Табл. 1, фиг. 9, 10а, б; табл. 2, фиг. 1а, б, 2, 3, 5, 7.

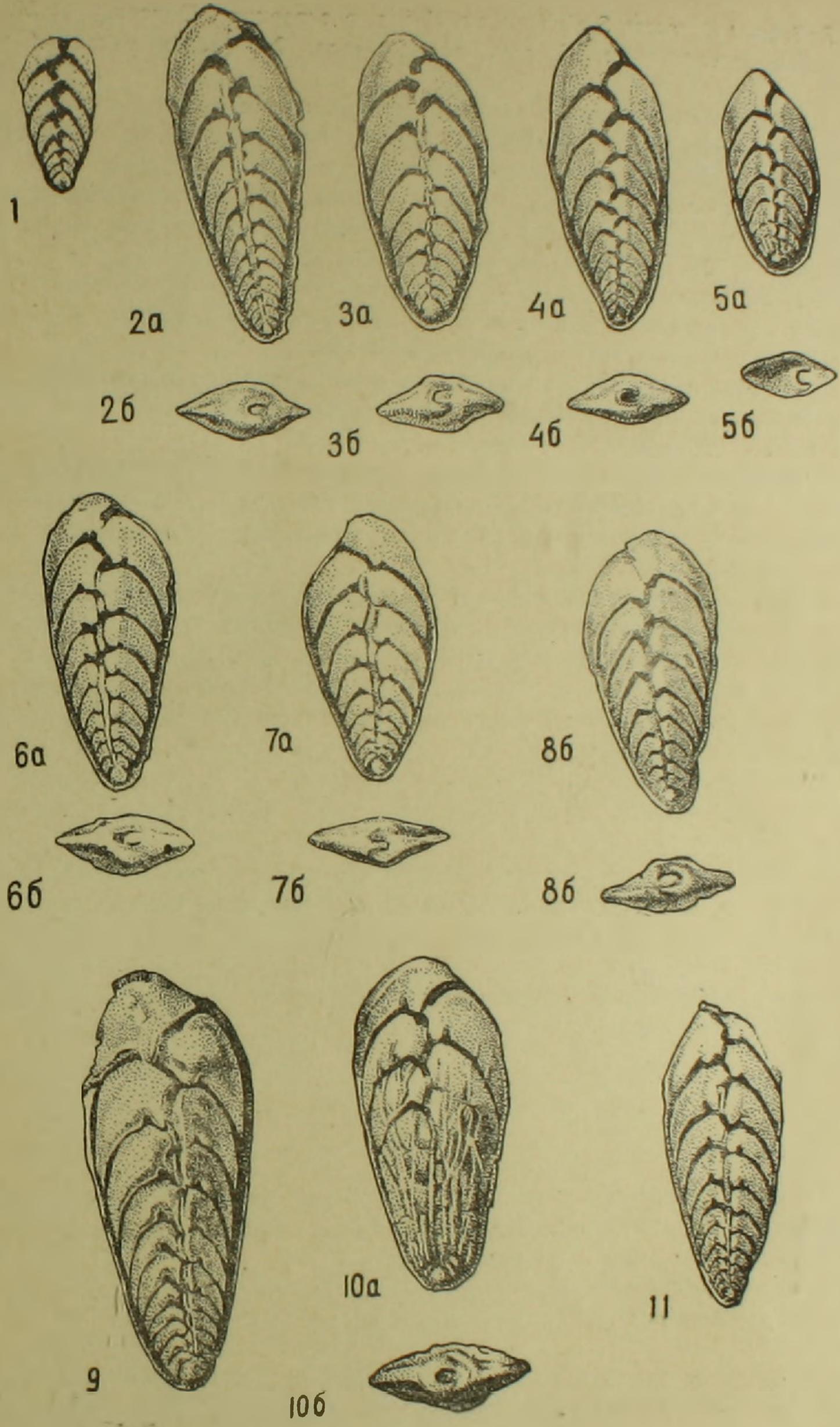
Раковина клиновидная с округлой (сравнительно широкой) конечной частью, снабжена килем. Камеры по сравнению с 1-м типом более высокие и более вздутые. Нижний и верхний края камер дугообразно изогнуты, причем нижние края камер с обоих боков раковины, на уровне устьевой дудки снабжены отростками, придающими камерам седловидный характер. Устьевые дудки полностью прикрыты боковыми отростками. Передний и верхний края камер (1-го типа) плавно слиты в одну дугу.

### *Bolivina antegressa* Subbotina

(Промежуточный тип, верхнеэоценовый-олигоценовый)

Табл. 1, фиг. 2—8 а, б.

Раковина клиновидная снабжена килем. В этом типе наблюдаются варьирующие признаки первого и второго типов строения.



## Таблица 1

1. *Bolivina antegressa* Subbotina (1-й тип строения). Оригинал № 246, Веддинский район, окрестности с. Шагаплу, обр. 43, колл. 213. (верхи среднего эоцена),  $\times 66$ .

2а, б. *Bolivina antegressa* Subbotina (промежуточный тип строения), особь микросферической генерации. Оригинал № 192, Ехегнадзорский район, окрестности с.с. Арени, Ринд. к. 26, обр. 1096. (верхний эоцен),  $\times 66$ .

3а, б. *Bolivina antegressa* Subbotina (промежуточный тип строения), особь мегасферической генерации. Оригинал № 193, Ехегнадзорский район, окрестности с.с. Арени, Ринд. к. 26, обр. 1096. (верхний эоцен),  $\times 66$ .

4а, б. *Bolivina antegressa* Subbotina (промежуточный тип строения), особь микросферической генерации. Оригинал № 194, Ехегнадзорский район, окрестности с.с. Арени, Ринд. к. 26, обр. 1101, (верхний эоцен),  $\times 66$ .

5а, б. *Bolivina antegressa* Subbotina (промежуточный тип строения), особь мегасферической генерации. Оригинал № 195, Ехегнадзорский район, окрестности с.с. Арени, Ринд. к. 26, обр. 1101, (верхний эоцен),  $\times 66$ .

6а, б. *Bolivina antegressa* Subbotina (промежуточный тип строения—ближе ко 2-му типу), особь мегасферической генерации. Оригинал № 196, Шаумянский район, окрестности с. Шорагбюр, обр. 2028, из горизонта с *Variamussium fallax* Korob. (Олигоцен),  $\times 66$ .

7а, б. *Bolivina antegressa* Subbotina (промежуточный тип строения—ближе ко 2-му типу), особь мегасферической генерации. Оригинал № 197, Шаумянский район, окрестности с. Шорагбюр, обр. 2028, (олигоцен),  $\times 66$ .

8а, б. *Bolivina antegressa* Subbotina (промежуточный тип строения—ближе ко 2-му типу), особь мегасферической генерации. Оригинал № 198, Шаумянский район, окрестности с. Шорагбюр, обр. 1055, (олигоцен),  $\times 66$ .

9. *Bolivina antegressa* Subbotina (2-ой тип строения), особь мегасферической генерации. Оригинал № 208, Шаумянский район, окрестности с. Шорагбюр, Кеара-Молла (олигоцен),  $\times 66$ .

10а, б. *Bolivina antegressa* Subbotina (2-ой тип строения), особь мегасферической генерации, ребристая. Оригинал № 200, Шаумянский район, окрестности с. Шорагбюр, обр. 2141, (олигоцен),  $\times 66$ .

11. *Bolivina antegressa* Subbotina (2-ой тип строения), особь микросферической генерации. Оригинал № 203, Ехегнадзорский район, окрестности с. Ахавнадзор, к. 5, обр. 51, (олигоцен),  $\times 66$ .

## Таблица 2

1а, б. *Bolivina antegressa* Subbotina (2-ой тип строения), особь мегасферической генерации, ребристая. Оригинал № 202, Ехегнадзорский район, окрестности с. Ахавнадзор, к. 5, обр. 433, (олигоцен),  $\times 66$ .

2. *Bolivina antegressa* Subbotina (2-ой тип строения), мегасферическая особь. Оригинал № 204, Ехегнадзорский район, окрестности с. Ахавнадзор, к. 5, обр. 51, (олигоцен),  $\times 66$ .

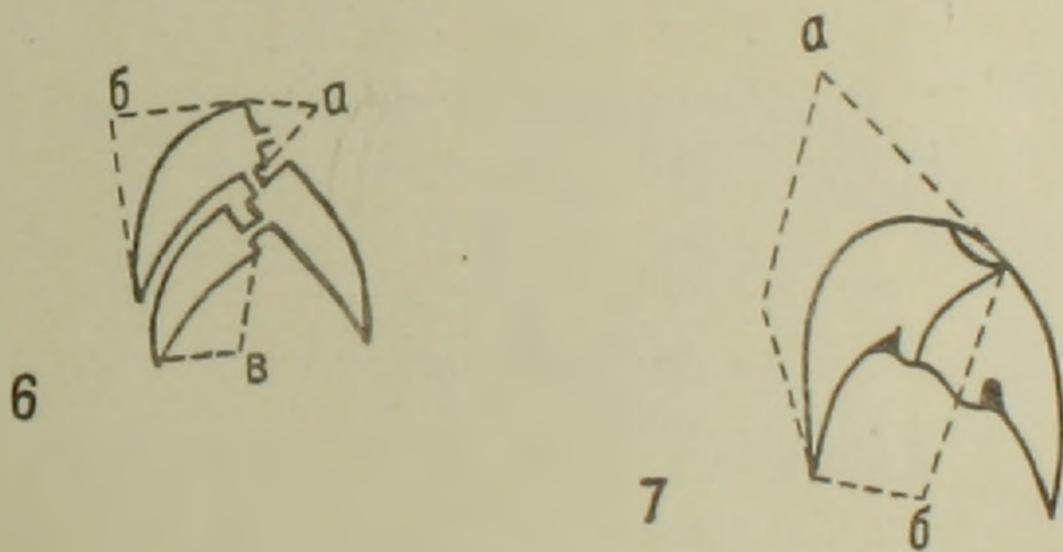
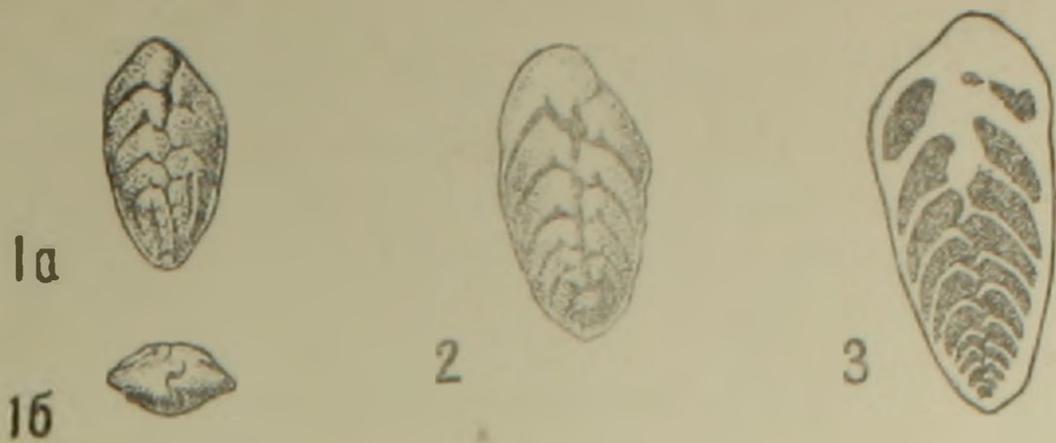
3. *Bolivina antegressa* Subbotina (2-ой тип строения), ребристая, (шлиф). Оригинал № 201, Шаумянский район, окрестности с. Шорагбюр, обр. 2072а, (олигоцен),  $\times 66$ .

4. *Bolivina antegressa* Subbotina схема внутреннего строения 1-го типа.

5. *Bolivina antegressa* Subbotina схема внутреннего строения 2-го типа.

6. *Bolivina antegressa* Subbotina схематизированная деталь внутреннего строения 1-го типа. Пунктирными линиями показаны: а--передний, б--верхний, в--нижний края камер.

7. *Bolivina antegressa* Subbotina схематизированная деталь второго типа строения. Пунктирными линиями показаны: а--верхний, б--нижний края камер.



Камеры приобретают (в переднем и верхнем краях) округлые очертания. На нижних краях камер появляются сравнительно слабо развитые боковые отростки. Устьевые дудки частично перекрыты ими.

Наблюдения над изменениями морфологических признаков *Bolivina antegressa* от среднего эоцена до олигоцена приводят к выводу о том, что появляющиеся в верхнем эоцене боковые отростки на нижних краях камер являются (на данном этапе развития этого вида в условиях Ереванского бассейна) признаками приспособления к новым биономическим условиям.

Надо полагать, что *Bolivina antegressa* первого типа строения проникла в Ереванский бассейн с лютецкой трансгрессией, затем она сравнительно быстро стала приобретать признаки приспособления к новой среде: через промежуточный тип перешла во второй тип с ясно выраженными новыми признаками (табл. 2, фиг. 4—7).

В нашем представлении все признаки, приобретенные вторым типом раковин как то: увеличение компактности строения (сужение швов), более плотное (чешуеобразное) нарастание камер, увеличение боковых отростков, вытекают из характера внутреннего строения раковин первого типа.

Ясно видно (табл. 2, фиг. 3), что в плоской, клиновидной раковине связывающими звеньями между нарастающими камерами являются только хрупкие устьевые дудки и линейно расположенные швы. Скрепление камер осуществляется килем, срединным ребром и иногда дополнительными ребрами, развитыми на раковинах в начальных их частях.

При изменении условий среды обитания от известковой к глинисто-песчанистой (табл. 3) развиваются новые признаки, обеспечивающие более устойчивое строение и дальнейшее существование этого вида.

Касаясь вопроса стратиграфического положения этого вида, нам представляется возможным отметить следующее:

1. *Bolivina antegressa* (в объеме описанном Н. Н. Субботиной из верхнеэоценовых отложений Крымско-Кавказской области и Мангышлака [1, 2]) в третичных отложениях Ереванского бассейна обнаруживается как в верхнем эоцене, так и в олигоцене, причем в верхнем эоцене живут 1-й и промежуточные типы, в олигоцене — промежуточный и второй.

2. По присутствию *Bolivina antegressa*, зона *Bolivina* в третичных отложениях Ереванского бассейна может быть подразделена на 2 подзоны: нижняя (верхнеэоценовая) с *Bolivina antegressa* 1-го типа, верхняя (олигоценовая) с *Bolivina antegressa* 2-го типа. Промежуточный тип *Bolivina* в зависимости от ряда условий обнаруживается в обеих подзонах, причем в верхнеэоценовой подзоне ее признаки ближе к 1-му типу, в олигоценовой — ближе ко 2-му.

В заключение считаем необходимым отметить, что если в дальнейшем описанная нами закономерность изменений этого вида будет

Таблица 3

Стратиграфическое положение *Bolivina antegressa* Subbotina в третичных отложениях Ереванского бассейна и сопутствующие комплексы характерных фораминифер

Геологический возраст		Разрезы	Литологический состав	<i>Bolivina antegressa</i> Subbotina	Характерные мелкие фораминиферы	Крупные фораминиферы
Верхний олигоцен Нижний миоцен		Котайкский, Шаумянский р-ны, с. Шорагбюр	Красноцветная толща пестрых конгломератов, песчаников и глин	Не обнаружена	Не обнаружены	Не обнаружены
Олигоцен (нижний и средний)		Шаумянский, Вединский, Ехегнадзорский р-ны (с.с. Шорагбюр, Шагаплу, Элпин)	Песчано-глинистая толща с банками кораллов и устрицами	<i>Bolivina antegressa</i> Subb. 2-ой тип (много) <i>Bolivina antegressa</i> Subb., промежуточный тип (мало)	<i>Bolivina nobilis</i> , <i>B. nobilis</i> , (не ребристая) <i>Bolivina</i> другие виды	<i>Nummulites intermedius</i> , <i>N. vascus</i> , <i>N. incrassatus</i>
Верхний эоцен		Вединский, Ехегнадзорский р-ны (с.с. Шагаплу, Элпин)	Глинисто-известковая толща с банками кораллов	<i>Bolivina antegressa</i> Subb., промежуточный тип (много) <i>B. antegressa</i> Subb. 1 тип	<i>Globigerinoides conglobatus</i> , <i>Hantkenina alabamensis</i> , <i>Bolivina nobilis</i>	<i>Nummulites fabianii</i> и др.
Средний эоцен	Верхняя часть	Вединский, Ехегнадзорский р-ны	Известняки и глины	<i>Bolivina antegressa</i> 1-й тип (единичн.)	<i>Globigerinoides conglobatus</i> , <i>Hantkenina liebusi</i>	<i>Nummulites perforatus</i> , <i>N. laevigatus</i> и др.
	Нижняя часть		—	?	—	—
Нижний эоцен	—	—	—	Не обнаружена	—	—
Палеоцен	—	—	—	Не обнаружена	—	—

признана и подтверждена на материалах соседних областей, то *Bolivina antegressa* 1-го и 2-го типов строения могут быть выделены в самостоятельные виды более узкого стратиграфического значения для юга СССР.

Возможно также, что *Bolivina antegressa*, описанная Н. Н. Субботиной из Крымско-Кавказской области [1, 2] является промежуточным типом.

В настоящей статье трудно высказать более определенное мнение. Вопрос этот является задачей специального монографического изучения на более широком материале.

Институт геологических наук  
АН Армянской ССР

Поступила 2.III.1960.

**Ն. Ն. Սահակյան-Գյոզալյան**

**ՍՍՌ-Մ ՀԱՐԱՎԱՅԻՆ ՄԱՍԻ ԵՐՐՈՐԴԱԿԱՆ ՆՍՏՎԱԾՔՆԵՐԻ  
BOLIVINA ԶՈՆԱՅԻ ՌԻՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅԱՆ ՀԱՐՑԻ ՇՈՒՐՋԸ**

**Ա մ փ ո փ ու մ**

*Bolivina antegressa* Subbotina տեսակի ուսումնասիրությունը Երևանի ավազանի երրորդական նստվածքներում կատարված է նրա ստրատիգրաֆիական նշանակությունը ճշտելու նպատակով:

Այդ տեսակի բազմաթիվ խեցիների մորֆոլոգիայի ուսումնասիրությունը ուղղաձիգ կտրվածքներում ցույց է տալիս, որ Երևանի ավազանի երրորդական նստվածքներում հայտնաբերվում է միմիայն միջին էոցենի վերին մասերից մինչև օլիգոցենի նստվածքները ներառյալ: Համաձայն մորֆոլոգիական փոփոխությունների, որին ենթակա է *Bolivina antegressa*-ն Երևանի երրորդական ավազանի պայմաններում, նրան կարելի է ըստ կառուցվածքի ստորարժանել երեք տիպի:

1 Տիպ. Անկյունավոր ուղղագիծ (աննշան կոր) կարերով, տափակ կամբրաներով խեցիներ (էոցենյան տիպ, աղյուսակ 1, նկ. 1, աղյուս. 2, նկ. 4, 6):

2 Տիպ. Կորագիծ կարերով, համեմատաբար ուռուցիկ կամբրաներով խեցիներ: Վերջիններս ստորին մասում ունեն ատամնաձև հավելյալ մասեր (օլիգոցենյան տիպ, աղյուսակ 1, նկ. 9, 10a, 6, աղյուսակ 2, նկ. 1 a, 6, 2, 3, 5, 7):

3 Տիպ. Միջանկյալ (անցողիկ) տիպի խեցիներ, որոնց կառուցվածքում համատեղվում են առաջին և երկրորդ տիպերի հատկանիշներ (էոցեն-օլիգոցենյան տիպ, աղյուսակ 1, նկ. 2—8a, 6):

Առաջին տիպը հանդիպում է միջին էոցենի նստվածքների ամենավերին մասերում և վերին էոցենի ստորին մասերում, երկրորդը (միջանկյալը) — վերին էոցենում և օլիգոցենի ստորին մասերում (նկար 1, աղյուսակ 3):

Անդրադառնալով *Bolivina antegressa* Subbotina տեսակի ստրատիգրաֆիական նշանակությանը կարելի է նշել հետևյալը.

1. *Bolivina antegressa* Subbotina տեսակը (Ն. Ն. Սուբոտինայի նկարագրված ծավալով Ղրիմի, Կովկասի և Մանգշլակի վերին էոցենի նրստ-

վածքներից [1, 2] Երևանի ավազանի երրորդական նստվածքներում հայտնաբերվում է թե վերին էոցենի և թե օլիգոցենի նստվածքներում:

2. Հստ *Bolivina antegressa*-ի առկայություն, *Bolivina* զոնան Երևանի ավազանի երրորդական նստվածքներում կարելի է ստորաբաժանել երկու ենթազոնայի՝ վերին էոցենի ենթազոնա առաջին և միջանկյալ տիպի *Bolivina antegressa*-ի առկայությամբ, և օլիգոցենյան ենթազոնա, *Bolivina antegressa*-ի երկրորդ և միջանկյալ տիպի առկայությամբ:

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Субботина Н. Н. Микрофауна нефтяных месторождений Кавказа, Эмбы и Средней Азии. Сборник работ ВНИГРИ, 1947.
2. Субботина Н. Н. Верхнеэоценовые лягениды и булиминиды юга СССР. Тр. ВНИГРИ, сборник VI, 1953.
3. Саакян-Гезалян Н. А. Фарамниферы третичных отложений Ереванского бассейна. Изд. АН АрмССР, 1957.
4. Халилов Д. М. Новые виды *Bolivina* палеогеновых отложений Азербайджана. Тр. Инст. геологии АН АзССР, 1956.
5. Габриелян А. А. Схема деления палеогена Армении. ДАН СССР, т. 105, № 4, 1955.

Б. М. МЕЛИКСЕТЯН

## АКЦЕССОРНЫЕ МИНЕРАЛЫ В ПОРОДАХ МЕГРИНСКОГО ПЛУТОНА

В последнее время при исследовании изверженных горных пород и решении целого ряда петрогенетических и геохимических вопросов все возрастающее значение приобретает изучение акцессорных минералов.

В обширной литературе по петрографии Мегринского плутона акцессорные минералы, содержащиеся в породах, почти не освещены. Имеющиеся в работах [3, 7, 1] сведения о наличии в породах некоторых акцессориев (сфен, циркон, апатит, ортит, рудный минерал и др.), являются далеко неполными.

В основу настоящей работы легли результаты исследований, проведенных автором в 1956—1958 гг. по изучению вещественного состава гранитоидов разновременных фаз, морфологических и физических свойств приуроченных к ним акцессорных минералов и закономерностей их распределения.

### Методика исследования акцессорных минералов

Общепринятой методики исследования акцессорных минералов нет. Чтобы материал был сравним и единообразен при исследовании, мы пользовались единой методикой опробования, обработки проб и количественно-минералогического подсчета

Пробы весом 10—12 кг отбирались с возможно большей площади (200—300 м<sup>2</sup> и более) обнажения данного типа пород в виде кусков свежей породы весом по 100—200 г. Опробовались все генетические типы и разновидности пород; точки опробования располагались по возможности равномерно на всей площади плутона. Средняя плотность опробования составляла 5—6 км<sup>2</sup>. Опробовались также жильные породы, ксенолиты, гидротермально-измененные разности и вмещающие породы. Всего нами было взято и обработано более 200 проб. Измельчение проб производилось в чугунной ступе до 0,5 мм с частым просеиванием. Дробленая порода весом 10 кг после многократного отмучивания и последующего отстаивания доводилась до серого шлиха двукратной промывкой в деревянных лотках.

Высушенный шлик после предварительного разделения на два класса (<0,25 мм и >0,25 мм) и обработки магнитом разделялся на две фракции в делительных воронках с применением тяжелых жидкостей (бромформ или М—163).

Тяжелая фракция (уд. вес >2,9) разделялась электромагнитом на 3—6 фракций (в зависимости от минералогического состава шлиха).

Акцессорные минералы в каждой из полученных фракций изучались под бинокулярной лупой и микроскопом.

Неизбежным недостатком современных методов изучения акцессорных минералов является весьма низкая точность их количественной характеристики, обусловленная значительными потерями (достигающими до 30—50%) при отмучивании, прсмывке и делении в воронках.

Для количественной характеристики нами была принята следующая методика. В каждой из электромагнитных фракций при просмотре 400—500 зерен шлиха подсчитывалось количество зерен данного минерала. Далее вычислялся весовой процент акцессорного минерала во фракции, затем в шлихе и в общей пробе. Как показали исследования, акцессорные минералы в породах распределены крайне неравномерно.

Так как от каждой фации пород отбиралось значительное количество проб (10—20 и более), то вместо вычисления среднего содержания брались максимальные и минимальные содержания данного акцессорного минерала (в весовых процентах) и изображались соответствующими знаками (табл. 1).

Такой метод количественной характеристики в некоторой степени компенсирует неравномерность распределения акцессориев и большие потери последних при обработке.

## 1. Краткая геолого-петрографическая характеристика Мегринского плутона

Крупнейший в Закавказье Мегринский плутон занимает площадь до 1000 км<sup>2</sup> в пределах Армянской ССР, сопредельных районов Нахичеванской АССР и продолжается на юг в Иранский Карадаг. В тектоническом отношении он приурочен к сводовой части Мегринского антиклинория близмеридионального простирания.

Интрузия прорывает и метаморфизует песчано-аргиллитовую и карбонатную толщу верхнего мела на юго-западе, метаморфическую толщу нижнего палеозоя на юго-востоке, а на севере и северо-западе — вулканогенно-осадочную толщу нижнего эоцена. На отдельных участках размытой поверхности интрузии трансгрессивно залегают угленосные песчано-глинистые отложения плиоцена.

Возраст плутона, согласно стратиграфической схеме С. С. Мкртчяна [8], датируется как верхний эоцен-олигоцен.

Развитие магматической деятельности в описываемом районе представляет собой сложный и продолжительный процесс многократных инъекций магмы в верхние горизонты земной коры, сопряженных с тектоническими подвижками.

Различными авторами выделяется от двух до пяти-шести интрузивных фаз [3, 7, 8, 1]. Анализ имеющегося фактического материала, в том числе и проведенные минералого-геохимические исследования, подтверждают предположение [7, 8] о проявлении трех главных интрузивных фаз: ранней—монцонитовой, промежуточной—граносиенитовой („банатитовой“) и поздней—гранитовой.

Помимо выделенных интрузивных фаз широким развитием пользуются „малые“ интрузии („дополнительные интрузии“ по В. С. Коптеву-Дворникову), образующие небольшие штоки и тела неправильной формы, представленные гранодиоритами, мелкозернистыми и аплитовидными гранитами и гранодиорит-порфирами.

Среди пород каждой интрузивной фазы можно выделить три генетически разных типа: 1) нормально-магматические фации; 2) продукты ассимиляции пород кровли гранитоидной магмы (гибридные породы или эндоконтактовые фации); 3) продукты „гранитизации“ (в узком смысле слова) основных пород кровли под влиянием гранитной магмы.

В пределах первой интрузивной фазы следует выделить также фацию щелочных пород с явными признаками позднемагматического натрового метасоматоза.

Каждая интрузивная фаза сопровождается своей жильной серией: жильными гранитами, гранит-порфирами, гранодиорит-порфирами, аплитами и пегматитами. Встречаются также более поздние дайки гранодиорит-порфиров и другие дайковые породы среднего и основного составов.

Как показывает петрохимическое изучение гранитоидов Мегринского плутона, для них характерно заметно повышенное содержание, по сравнению с соответствующими средними типами по Дэли, таких окислов как  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{TiO}_2$  и отчасти  $\text{FeO}$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Соотношение  $\text{K}_2\text{O}:\text{Na}_2\text{O}$  варьирует в среднем от 0,8 до 1,2, несколько возрастая в породах поздних фаз.

Предлагаемая схема формирования Мегринского плутона приведена в табл. 1.

С формированием описываемого массива генетически связана редкометальная медно-молибденовая минерализация (Каджаран, Агарак, Джиндара, Парагачай, Айгедзор и др.) и более мелкие проявления полиметаллов, мышьяка, вольфрама, бора и др.

Ниже мы вкратце отметим петрографические особенности пород различных фаз внедрения. Более подробная характеристика, отдельных типов пород плутона дана в опубликованных уже работах [1, 2, 3, 7, 8].

### Породы первой интрузивной фазы

Породы первой фазы интрузивной деятельности занимают более половины описываемого плутона, характерной особенностью которого является разнообразие составляющих его пород. Главная интрузивная фация представлена монцонитами, сиенито-диоритами, однако здесь встречаются разности от гранодиоритов до габбро-пироксенитов со всей гаммой промежуточных типов, что обусловлено интенсивными процессами ассимиляции и гибридизма.

Монцониты и сиенито-диориты являются наиболее распространенными породами. Порода характеризуется типичной монцонитовой, реже призматически-зернистой структурой. Состоит из кварца (0—5%), плагиоклаза андезин-лабродорового состава (36—50%), анортоклаза (25—35%), зеленой роговой обманки (5—10%), авгита (0—5%) и биотита (5—10%).

Вторичные изменения выражены хлоритизацией, эпидотизацией и карбонатизацией роговой обманки, биотита и в меньшей степени плагиоклаза. Акцессорные минералы (апатит, сфен, магнетит, ортит, реже циркон) концентрируются либо внутри зерен роговой обманки и биотита, либо вблизи них.

Основные и ультраосновные породы монцонитовой интрузии слагают небольшие шширообразные тела. Представлены они диоритами, габбро-диоритами, габбро, габбро-пироксенитами, пироксенитами и др. Это меланократовые средне- и крупнозернистые породы, связанные друг с другом и с монцонитами постепенными переходами и отличаются друг от друга вариацией содержаний породообразующих минералов. Очень много моноклинного пироксена, обычно замещаемого роговой обманкой, основного плагиоклаза, биотита и редко оливина. В ассоциации с фемическими минералами много магнетита и апатита.

Щелочные породы развиты в юго-восточной части массива в тесной петрогенетической связи с породами монцонитовой интрузии. В составе указанного комплекса встречаются мелко- и среднезернистые щелочные сиениты с гипидиоморфнозернистой структурой, состоящие из пертитового калишпата и плагиоклаза-андезина (30—40%). Биотит и роговая обманка, а также авгит имеют подчиненное развитие (от 3 до 10—15%).

Значительную роль играют и лейкократовые пегматоидные сиениты, состоящие из калишпат-микрпертита (50—80%), подчиненного количества плагиоклаза (олигоклаз-андезин)—до 20—35%.

Цветные минералы очень редки. Это ферро-гастингсит, развивающийся по обыкновенной роговой обманке (2—10%), биотит и авгит, очень редко эгирин-авгит. В породах щелочного комплекса очень редко отмечается нефелин. Чаще встречаются содалит, канкринит, серицит и альбит. Выходы щелочных пород отмечаются также в районе с. Пхрут (нефелиновые монцониты) и с. Калер (щелочные сиениты).

Граниты и гранодиориты. Кислые породы в пределах монцонитовой интрузии представлены небольшими штокообразными телами. Сюда относятся нор-аревикские гранитоиды, мелкозернистые граниты с.с. Ньювади, Джбанд, граносиениты с. Катнарат и аплитовидные граниты (Кармир-Кар—с. Охчи). Это равномерно-среднезернистые породы с гипидиоморфнозернистой, часто с микропегматитовой структурой, состоящие из кислого плагиоклаза (35—45%), кварца (5—15%), обыкновенной роговой обманки и биотита (2—10%). Вторичные минералы, представлены серицитом, эпидотом и хлоритом. В апикальной части нор-аревикских гранодиоритов отмечается интенсивная турмалинизация. Обычно турмалин в этих породах замещает полевые шпаты, реже биотит и амфибол.

### Породы второй интрузивной фазы

Развиты они в западной части плутона по правобережью бассей-

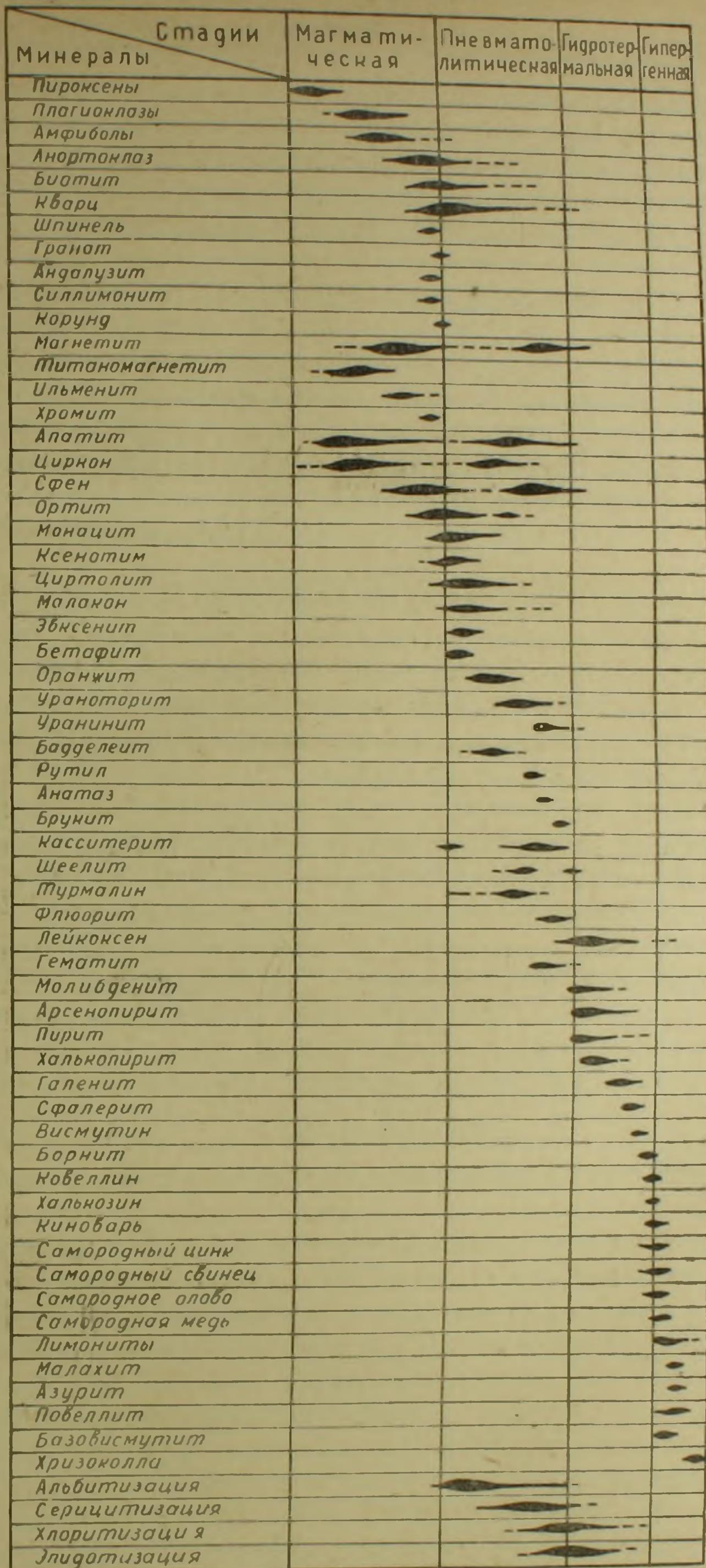


Диаграмма последовательности кристаллизации главных породо-образующих и аксессуарных минералов в гранитоидах Мегринского плутона.

на среднего и нижнего течения р. Мегригет, слагая удлиненное в СЗ направлении тело. Характеризуются более кислым составом и меньшим разнообразием. Главная интрузивная фация представлена средне- и крупнозернистыми гранитами, гранодиоритами, граносиенитами и сиенито-гранитами. Незначительное распространение имеют более основные породы: диориты, иногда сильно загрязненные ксенолитами (неправильно именуемые „шлифовыми диоритами“), габбро-диориты, габбро, горнблендиты и др., приуроченные к СЗ краевой части интрузии.

*Гранодиориты и граносиениты* второй фазы имеют лейкократовый облик. Структура породы гипидноморфнозернистая местами микропегматитовая. Состоит из плагиоклаза (30—40%), анортоклаза (25—35%), кварца (5—20%), роговой обманки (5—10%) и биотита (до 1—3%). Из вторичных минералов присутствуют хлорит и эпидот, образующиеся по плагиоклазу, реже по феррическим минералам.

### Породы третьей интрузивной фазы

К этой фазе относятся порфиоровидные гранитоиды, слагающие массив, удлиненный в СЗ направлении. Представлены они *порфиоровидными гранитами и гранодиоритами*, реже встречаются граносиениты и аплитовидные граниты. Породы имеют розовато-серый цвет и крупнозернистый порфиоровидный облик.

В основной гипидноморфнозернистой, местами микропегматитовой (иногда аллотриоморфнозернистой) массе выделяются более крупные зерна анортоклаза, зонального плагиоклаза (№ 22—36) и темноцветных минералов. Количественные соотношения минералов подвержены значительным колебаниям. В составе пород принимают участие анортоклаз (35—45%), плагиоклаз (30—45%), кварц (10—20%), зеленая роговая обманка (2—6%) и биотит (2—3%). Из вторичных — карбонат, серицит, хлорит и реже эпидот. Акцессории, особенно магнетит, циркон, сфен, ортит приурочены к темноцветным минералам.

### Жильные породы

Жильные породы Мегринского плутона по времени внедрения разделяются на два этапа.

1. *Жильные породы раннего этапа* внедряются в последние стадии формирования каждой из выделенных фаз. Состав жильных дериватов находится в зависимости от состава пород каждой фазы. От пород интрузивной фации отличаются лишь структурой. Структура порфиоровидная, гранитоидного облика с микропризматической равномернозернистой основной массой. Порфиоровидные вкрапленники представлены преимущественно анортоклазом, реже плагиоклазом, роговой обманкой и биотитом.

Серия жильных пород раннего этапа представлена, жильными гранодиоритами, гранитами, сиенитами, микромонцонитами, аплитами и пегматитами по крайней мере двух генераций.

2. *Жильные породы позднего этапа* внедрения пользуются

меньшим распространением. Представлены они гранодиорит-порфирами, диорит-порфиритами, габбро-порфиритами, лампрофирами и т. д.

Характеризуются резко порфировой структурой эффузивного облика с плохо раскристаллизованной основной массой, среди которой резко выделяются крупные вкрапленники анортоклаза и плагиоклаза.

### Древние граниты

Эти граниты впервые выделены А. И. Адамяном [1]. Предыдущие исследователи включали их в состав Мегринского плутона. Возраст интрузии датируется как средний палеозой.

Породы представлены гранитами. Состоят из кварца (25—30%), плагиоклаза анлезин-олигоклазового состава (30—50%), калишпата (25—40%) и биотита (6%).

### II. Краткая характеристика акцессорных минералов

В таблице распределения акцессорных минералов в породах Мегринского плутона, последние классифицированы в порядке их образования, сначала из расплава, а затем из остаточных пневматолитово-гидротермальных флюидов. Разделение акцессориев на генетические типы является необходимым, поскольку ассоциации их образуются в различных физико-химических условиях и соответствуют различным этапам эволюции магматического расплава. Такие попытки предпринимались многими исследователями (Wells, 1931, С. Д. Туровский, 1956, Д. П. Сердюченко, 1959).

Принятая нами генетическая классификация акцессориев очень близка к классификациям Д. П. Сердюченко [12] и С. Д. Туровского [13].

Представляется, что по мере кристаллизации магматического расплава образуется остаточный расплав (обогащенный летучими, минерализаторами и редкими элементами), который по мере понижения температуры соответствует по физико-химическому состоянию сначала пегматитово-пневматолитовым флюидам, а в дальнейшем — разнотемпературным гидротермам. Процессы минералообразования при этом имеют небольшие размеры и приурочены в основном к межкристаллизационным полостям (интерстициям).

Как показали микроскопические исследования, порядок кристаллизации акцессорных минералов, изображенный на диаграмме, соответствует главным этапам формирования породы.

Непосредственно из расплава выделяется небольшая часть акцессорных минералов: главная масса акцессориев, в том числе редкоземельные, радиоактивные и редкометальные акцессории образуются после выделения плагиоклазов, отчасти калишпата и кварца, одновременно с биотитом и после него, в период поздне- и постмагматических процессов (мирмекитизации, серицитизации, альбитизации, эпи-

дотизации и др.). Таким образом, как наши наблюдения, так и литературные данные [6, 12, 13] не подтверждают обязательности правила Розенбуша для порядка кристаллизации минералов в гранитоидах.

Следует также отметить, что в автометаморфический этап (автопневматолит в гидротермальный автометаморфизм) происходит преобразование как первичных породообразующих силикатов, так и акцессорных минералов (ильменит и сфен переходят в лейкоксен, магнетит—в гематит (мартит); циркон, монацит, ортит, апатит подвергаются растворению, сульфиды замещаются вторичными минералами и т. д.).

Ниже приводится краткая характеристика акцессорных минералов, сгруппированных по особенностям химического состава.

### 1. Группа циркониевых акцессориев

В этой группе описываются силикаты циркония—циркон, циртолит, малакон и окись циркония—бадделейт. Среди прозрачных цирконов выделяются две генерации: магматическая и позднемагматическая; к последней относятся также циртолит, малакон и бадделейт.

Циркон наиболее важный по своему корреляционному значению акцессорный минерал. Типоморфные особенности цирконов (габитус, удлинение, цвет и др.) показаны в табл. 2.

Содержание циркона в породах плутона возрастает от ранних фаз к поздним и от более основных разностей к кислым (0,001—0,09%). В противоположность кальциевым акцессориям (сфен, апатит и ортит) для циркона повышение содержания наблюдается не в краевых фациях, а в более глубоких и центральных участках.

Среди прозрачных цирконов выделяются два главных морфологических типа и соответственно две генерации циркона.

1. Циркон-1 представлен бесцветными чистыми кристаллами с *равномерно* развитыми кристаллографическими формами нормально-призматического габитуса (удлинение 1:2,0). Размер кристаллов 0,01—0,2 мм. Характерно почти полное отсутствие трещин и включений других минералов. Очень часто он устанавливается в порфиридных гранитоидах, малевских гранитах. Редок в монцонитоидах и в породах граносиенитовой интрузии и почти нет в щелочном комплексе.

2. Циркон-II—розовые, темно-розовые прозрачные цирконы удлиненно-призматического габитуса (1:2,3—1:2,8) с *неравномерным* развитием граней. Характерно наличие газово-жидких включений, трещин, включений апатита, рутила и реликтов ранних выделений циркона. Циркон-II тесно ассоциирует с биотитом, образуя иногда кучные скопления в нем.

Циркон-II очень часто встречается в породах монцонитовой и граносиенитовой интрузии и, особенно, в щелочных сиенитах. Устанавливается в эндоконтактных фациях порфиридных гранитов, в мелкозернистых и аплитовидных гранитах в виде призматически-дипирамидальных игольчатых кристаллов.



Циртолит—полупрозрачный и непрозрачный циркон серовато-желтого цвета. Кристаллы обычно деформированы; формы простые (100) и (111). Сильно радиоактивен.

Малакон—почти непрозрачные темно-бурые бипирамидальные кристаллы: (110), (100) и (111). Поверхность граней не гладкая—исщербленная. Отмечается понижение показателей преломления и дву-преломления. Радиоактивен.

Циртолит и малакон встречаются почти во всех породах, однако сравнительно часто в малевских гранитах, порфириовидных гранитоидах, а также аплитах и пегматитах.

Бадделит установлен в нефелиновых монцонитах (с. Пхрут), а также в метасоматических альбититах, слагающих тела среди этих же пород. Кристаллы имеют удлиненно-призматический облик с вертикальной штриховкой. Цвет коричневый; плеохроирует от бледно-желтого по Ng до бурого по Nr. Оптически отрицателен с малым 2V. Показатели преломления очень высокие.

## 2. Группа редкоземельных акцессориев

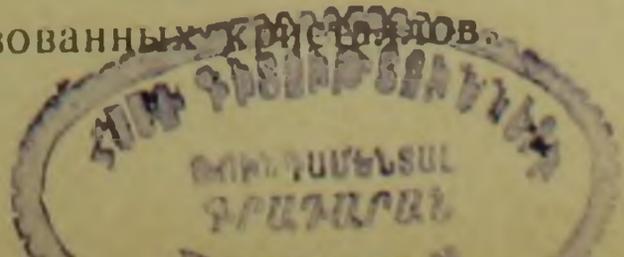
В этой группе описываются две подгруппы: а) редкоземельные силикаты, б) редкоземельные фосфаты.

Образование этих минералов протекает преимущественно в позднемагматическую и частью в пегматитово-пневматолитовую стадии. Нахождение редких земель и иттрия в одних случаях в виде силикатов, в других—в виде фосфатов обусловлено концентрацией CaO и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. В конечной стадии кристаллизации расплава (раствора) в случае избытка CaO весь фосфорный ангидрид связывается с известью в виде апатита, а редкие земли концентрируются в ортите, апатите (цериевая группа) и частью в сфене (иттриевая группа) и, наоборот, в случае недостатка извести основная масса редких земель и иттрия оказывается связанной с P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в виде монацита и ксенотима.

### а) Редкоземельные силикаты

Сфен является вторым по распространенности акцессорным минералом после магнетита. Содержание сфена несколько понижается от пород ранней фазы к поздним (0,5 до 0,15%). Намечается отчетливая тенденция к повышению содержания сфена в эндоконтактовых фациях, с возрастанием содержания фемических минералов. В щелочных сиенитах содержание сфена обычно высокое, а в отдельных участках превышает 3—5% (меланократовые сиениты). Редкие зерна сфена встречаются в гранитах р. Малев, нефелиновых монцонитах с. Пхрут и кварцевых монцонитах с.с. Охчи, Тагамир. Встречается в жильных гранитах, аплитах и пегматитах.

В шлихах устанавливаются в виде угловатых обломков, реже в виде хорошо образованных кристаллов.



Выделяются две генерации сфена. Сфен-1 обычно имеет бледно-желтый или янтарно-желтый цвет; прозрачен. Кристаллы представлены двумя морфологическими типами: 1) конвертообразные кристаллы с преимущественным развитием (111), (100), (101) и реже (201), 2) удлиненно-призматические кристаллы с сильным развитием (110) и (111). Для сфена-1 характерна ассоциация с апатитом, цирконом, ортитом, и неизменным амфиболом

Сфен-II образуется при автометасоматической амфиболизации, биотитизации и хлоритизации. Обыкновенно наблюдается в виде зерен неправильной формы и лапчатых агрегатов. Очень часто сфен-II отмечается в монцонитоидах.

Ортит сравнительно часто устанавливается в породах монцонитовой интрузии. В гранитоидах поздних фаз устанавливается спорадически, да и то в эндоконтактовых фациях. Встречается также в гранитах *p*. Малев и кислых жильных дифференциатах плутона.

Намечается определенная тенденция к понижению содержания в породах поздних фаз.

В шлихах ортит устанавливается в таблитчатых по (100) и вытянутых по второй кристаллографической оси кристаллах смоляно-черного, реже коричнево-бурого цвета.

В шлифах ортит имеет неравномерную окраску в красно-бурых тонах. Плеохроирует от желто-бурого по *Ng* до черно-бурого по *Np*. Ассоциирует обычно с биотитом, иногда располагается в промежутках зерен полевых шпатов и кварца. По составу ортит относится к цериево-магнезиальной разновидности [9].

#### б) Редкоземельные фосфаты

Апатит встречается во всех без исключения породах плутона. Содержание апатита возрастает от основных пород (0,1%) к кислым (0,3—0,4%) и, особенно, в щелочных породах (0,6—0,7%). Намечается тенденция к возрастанию содержания апатита в породах ранней фазы, в контаминированных фациях поздних фаз и в пегматитах.

В шлихах апатит встречается в виде хорошо образованных кристаллов длиннопризматического до игольчатого (монцониты) и нормально-призматического габитуса (гранитоиды). Основными формами являются гексагональная призма (1010), бипирамида (1011), реже (1120). Хорошо развит базопинакоид. Обычно водяно-прозрачный или имеет бледно-голубой оттенок.

В шлифах апатит имеет вид более или менее правильных шестиугольных сечений в тесной ассоциации с биотитом и роговой обманкой.

Примечательны находки в шлихах из пород монцонитового ряда темных апатитов. Окраска их темно-серая до черного и обусловлена субмикроскопическими включениями других минералов (биотит, ам-

фибол, магнетит и др.). Как правило, темные апатиты плеохроируют от черного по  $N_p$  до светло-бурого по  $N_m$  апатита.

Ряд исследователей (Baker, 1941, Croys, 1929, О. И. Матковский, 1955), изучавший темноокрашенные апатиты, отмечает их приуроченность к сильно контаминированным участкам гранитоидных интрузий. Эти апатиты являются своеобразными индикаторами процессов ассимиляции и гибридизма.

Монацит устанавливается очень часто в монцонитах и сиенито-диоритах южной части плутона (наиболее глубокоэродированных частях интрузии), в щелочных сиенитах, гранодиорит-порфирах (Джиндара). Редкие кристаллики монацита встречены в лампрофирах-дайках кислого состава и гранитоидах поздних фаз. Содержание монацита в монцонитоидах  $0,01-0,05\%$ , а в некоторых участках щелочных сиенитов достигает до  $0,1-0,2\%$ .

В шлихах из монцонитов монацит встречается в виде таблитчатых по (100) кристаллов со скошенными краями ромбической призмы, реже призматических кристаллов с развитыми гранями призмы (110) и (011). Цвет желтый до бесцветного. Оптические константы следующие: с  $N_g = 3^\circ$ ,  $2V = +12-16^\circ$ ,  $N_g > 1,78$ ,  $N_p = 1,78$ .

Ксенотим в единичных зернах встречается в интрузии порфировидных гранитоидов и кислых жильных породах разновременных фаз. В шлихах отмечается в виде серовато-бурых полупрозрачных кристаллов бипирамидального облика;  $N_g > 1,78$ ,  $N_p = 1,724$ . Нередко встречаются закономерные срастания циркона и ксенотима.

### 3. Группа радиоактивных акцессориев

В эту группу входят: ураноторит, торит, уранинит и титанотанталониобаты. Выделяются в пегматитово-пневматолитовую стадию, после образования редкоземельных и циркониевых акцессорных минералов.

Титанотанталониобаты весьма редко, в виде единичных зерен встречаются в альбитизированных участках нефелиновых монцонитов и щелочных сиенитов (бетафит) и, особенно, в пегматитах. Также редко в порфировидных гранитах (эвксенит), особенно в участках пегматоидной структуры в ассоциации с ксенотимом, уранинитом, ураноторитом.

Ураноторит очень часто устанавливается в порфировидных гранитоидах и связанных с ними дериватах. В шлихах отмечается в виде призматически-бипирамидальных кристалликов изумрудно-зеленого и желто-зеленого цветов; изотропен. Характерно наличие на кристаллах желто-белых, фарфоровидных продуктов изменения (хитлит), либо коричнево-бурых тонкоагрегатного строения продуктов с более низким показателем преломления (гидроторит).

Торит (оранжит) встречается реже, чем ураноторит. Очень редкие кристаллики торита были встречены в пробах северной части интрузии монцонитов, в гранитах р. Малев и в гранитоидах поздних фаз. Кристаллы имеют форму сглаженных бипирамид (111) с заметно развитой плоскостью пинакоида (001). Цвет красно-коричневый. Изотропен.

Уранинит в виде очень мелких кубических кристалликов установлен в гранодиорит-порфирах, порфирированных гранитах и пегматитах. Цвет бархатно-черный. Изотропен.

#### 4. Группа контаминационных аксессуариев

В эту группу объединены чуждые („ксеногенные“) для магматических пород минералы: гранат, андалузит, силлиманит, шпинель и корунд.

При загрязнении магмы ксенолитами (особенно апикальных частей), резко отличающимися по составу от магматических пород (например глинистые сланцы), происходит местное обогащение отдельных участков глиноземом, вследствие медленности диффузии, приводящее к образованию указанных минералов. Возможно, что они захватываются из ассимилируемых пород кровли, как и некоторые корродированные кристаллы циркона, апатита и др. Сюда же относится главная масса акцессорного турмалина в монцонитах [10].

Гранат встречен в нескольких пробах из монцонитов (с. Тагамир—Мегри-Гюней). Изотропен,  $N=1,768$ . Цвет граната желто-коричневый.

Андалузит встречен в двух пробах из монцонитов, в виде осколков неправильной формы. Блеск стеклянный, тусклый,  $N_g=1,640$ ,  $N_p=1,632$ , двуосный отрицательный с большим  $2V$ .

Силлиманит в виде лучистых агрегатов серовато-белого цвета встречен в одной пробе из монцонитов и порфирированных гранитов (р. Давачи). Угасание прямое,  $2V$  — небольшое,  $N_g=1,658$ ,  $N_p=1,568$ . Оптически положительный.

Шпинель в виде единичных зерен и осколков октаэдрических кристаллов темнозеленого цвета установлен в габбро-пироксенитах и габбро г. Калакар и ущелья Тагамир.

Корунд очень редко встречается в шлихах из щелочных сиенитов в виде твердых желто-зеленых осколков.

#### 5. Группа рудных аксессуариев

Сюда относятся сульфиды и кислородные соединения редких и цветных металлов, а также самородные элементы.

Рудные акцессорные минералы выделяются, как нам представляется, в позднемагматическую и автосоматическую стадию кристаллизации магмы из избыточных компонентов (Fe, Ti, Sn, W, Mo, Cu) самой магмы, в зависимости от окислительно-восстановительных условий, концентрации  $H_2S$  и др.

## Характеристика цирконов из различных пород Мегринского плутона

№№	Название породы и место взятия	Среднее содержание	Кристаллографическая форма	Среднее удлинение	Цвет	Прозрачность	Блеск
1.	Габбро, габбро-диориты, диориты (с. Вагравар, г. Калакар и другие)	0,001	Две разновидности: 1) Длиннопризматические кристаллы. Хорошо развиты (110) и (111), слабо (100) и (131) 2) Формы те же	1:2,8 1:2,8	Темнорозовый Бесцветный	Прозрачный Прозрачный	Относительно яркий
2.	Монциты, сиенито-диориты и др. (с.с. Калжаран, Мегри) (I фаза)	0,02	Три разновидности: 1) Удлиненно-призматические кристаллы. Сильно развиты грани (110), (111), слабо (100), (131) 2) Нормально призматические. Развиты (110), (131), (111), слабо (100) 3) Короткопризматические кристаллы. Хорошо развиты и (100) и (111) (циртолитовый тип)	1:2,6 1:2,0 1:1,2	Бледнорозовый Бесцветный Серовато-буропатый	Прозрачный Прозрачный Непрозрачный	Очень яркий Яркий Тусклый
3.	Щелочные пегматоидные сиениты и нефелиновые монциты (с.с. Швандзор, Пхрут)	0,03	Две разновидности: 1) Короткопризматические кристаллы, иногда изометрические. Основные формы-призма (110) и бипирамида (111). Слабо развиты (131) и (331) 2) Циртолит-малаконовый тип циркона; формы (100) и (111)	1:1,5 1:1,2	Красный, розовый Бурый	Чистый Непрозрачный	Очень яркий Жирный
4.	Граносиениты, гранодиориты, граниты, банатиты, сиенито-граниты (с. Бугакяр-ст. Карчеван) (II фаза)	0,05	Три разновидности: 1) Вытянутые кристаллы. Главные формы (110) и (111), (131). Редко встречается (100) 2) Хорошо образованные нормально-призматические кристаллы. Равномерно развиты призмы (100) и (110), бипирамиды (111) и (131) 3) Циртолитовый тип формы (110), (111)	1:2,2 1:2,0 1:1,8	Коричнево-розовый Бесцветный Желто-бурый	Прозрачный Чистый Полупрозрачный	Очень яркий Яркий Тусклый
5.	Порфириовидные граниты гранодиориты (III фаза)	0,09	Четыре разновидности: 1) Нормально-призматические кристаллы. Равномерно развиты: (110), (100), (131), (111) 2) Формы те же, дитетрагональная бипирамида (131) развита слабее 3) Циртолитовый тип формы (100), (111) 4) Малаконовый тип (110), (110), (111)	1:2,0 1:2,2 1:1,8 1:1,6	Бесцветный с золотым оттенком Желто-розовый Желто-серый Буро-черный	Чистый Прозрачный Полупрозрачный Непрозрачный	Очень яркий Алмазный Тусклый Жирный
6.	Граниты низовья р. Малев	0,06	Две разновидности: 1) Нормально-призматические и «бочковидные» кристаллы с хорошо развитыми гранями (110), (100), (131), слабо развита (111) Циртолит-малаконовый тип формы (110), (111) (100)	1:2,0 1:1,5	Бесцветный Темнобурый	Прозрачный Непрозрачный	Яркий Тусклый

В пользу первичности\* акцессорных сульфидов говорят такие факты: 1) отсутствие и едва заметные изменения автометасоматической стадии в породах, где они устанавливаются; 2) присутствие повышенных количеств соответствующих элементов (Cu, Bi, Mo, Pb и др.) в виде примесей в минералах магматической стадии; 3) широкая площадная распространенность сульфидов (главным образом халькопирита, пирита, молибденита) в удалении от рудопроявлений; 4) повышенные содержания (против кларка) этих элементов в породах; 5) ограниченные возможности изоморфизма этих элементов с главными петрогенными, что ведет к их накоплению в остаточных флюидах (расплавах); 6) отсутствие сростаний акцессорных сульфидов друг с другом и кварцем, малые размеры и наличие кристаллографических форм; 7) равномерность распределения и возрастание их содержания в крайних дифференциатах магмы.

Самородный свинец, олово, цинк являются также первичными минералами и образуются в специфических условиях кристаллизации после ассоциируемых с ними сульфидов.

#### а) Кислородные соединения

Магнетит распространен очень широко; встречается во всех фациях пород. Содержание его в породах колеблется от 0,6 до 1,5% и понижается от ранних фаз к поздним; особенно высокие содержания отмечаются в габброидах 3—5%.

В шлифах тесно ассоциирует с темноцветными минералами, со сфеном и апатитом. В шлихах магнетит наблюдается в виде неправильных обломков изометричной формы, нередко кристаллы октаэдрического габитуса с характерными вицинальными скульптурами на гранях.

Часто образуется при автометасоматических процессах биотитизации амфибола и хлоритизации биотита.

В эндоконтактных фациях наблюдается переход магнетита в мартит.

Титаномагнетит очень характерен для пород монцонитового ряда. Содержание титана 0,5—1,0%, редко 3%.

Исследование титаномагнетитов показывает решетчатую структуру распада ильменита в магнетите. Иногда по титаномагнетиту развивается лейкоксен.

Хромит в виде редких кристаллов октаэдрического габитуса встречается в ультраосновных породах г. Калакар. Цвет черный до черно-бурого.

Ильменит в виде единичных зерен встречается в шлихах из монцонитов, сравнительно часто в щелочных сиенигах и пегматитах.

---

\* Не исключена возможность образования рудных акцессориев и в результате более поздних постмагматических (наложенных) процессов рудообразования вблизи рудопроявлений и в связи с внедрением более молодых интрузий.

В гранитоидах поздних фаз ильменит довольно редок. Наблюдается в виде осколков пластинчатой формы, часто в сростании с магнетитом.

Касситерит весьма редкий и не характерный акцессорный минерал для описываемого плутона. Единичные кристаллики черного цвета с штриховкой на гранях призмы были установлены в лейкократовых разностях порфиридных гранитов.

Шеелит в виде единичных зерен серого цвета устанавливается в монцонитах (Мегри-Гюней), в мелкозернистых гранитах (с. Ньюади) и связанных с ними скарнах, а также в гранитоидах поздних фаз. Весьма интересно наличие значительного количества шеелита в габбро, габбро-диоритах с. Вагравар, достигающего 0,05—0,1%.

Рутил в единичных зернах встречен в краевых участках порфиридных гранитов, в крупнозернистых монцонитах и, особенно, в ранних жильных дериватах.

Анатаз в виде остроугольных бипирамидальных кристаллов черного, реже коричневого цвета, встречен в монцонитах и жильных породах кислого состава.

Брукит очень редок; встречен в монцонитах.

Лейкоксен наблюдается в виде оторочки по краям титансодержащих минералов: сфена, ильменита и титаномагнетита. В шлихах встречается в виде фарфоровидных агрегатов белого цвета. Образуется при процессах аутометасоматического изменения первичных титановых минералов. Часто наблюдается в породах монцонитового ряда.

Гематит встречается редко в основных фациях монцонитов и краевых фациях порфиридных гранитов. Имеет вид мелких пластинок.

#### б) Сернистые соединения

Молибденит в породах монцонитовой интрузии распределен неравномерно. Сравнительно чаще встречается в монцонитах и сиенито-диоритах северной части интрузии в норраревикских гранитоидах и в монцонитах района с. Ньюади. Довольно редок в основных породах, а также гранитах р. Малев, тоналитах и гранодиоритах с.с. Ванк, Калер. Постоянно и в значительно большем количестве (0,0002—0,0003%) отмечается в шлихах из гранитоидов поздних фаз и их крайних дифференциатах. Наблюдается в виде шестиугольных пластинок, иногда пирамидального облика, или в виде расплющенных чешуек.

Арсенопирит в единичных удлиненно-призматических кристаллах встречен в норраревикских гранитоидах, гранитах р. Бугакяр и порфиридных гранитоидах.

Пирит устанавливается во всех разностях пород плутона. Содержание его колеблется от 0,0005—0,02%. В шлихах встречается в виде осколков неправильной формы либо кристаллов. Обычны куб, куб-октаэдр, пентагондодекаэдр и др. Изредка в монцонитах наблюдались октаэдры пирита.

Халькопирит встречается во всех пробах из пород разновременных фаз. Содержание довольно равномерное — 0,0005—0,001%. Отмечается в виде осколков, реже тетраэдрических кристаллов.

Галенит в единичных зернах с характерным пластинчато-ступенчатым изломом установлен в ряде проб из монцонитов и граносиенитов. Сравнительно часто наблюдается в порфиroidных гранитоидах, особенно в апикальных и эндоконтактных участках (0,001%).

Сфалерит очень редок. Отмечается в монцонитах и эндоконтактных фациях гранитоидов и в габброидах. Цвет желто-коричневый.

Висмутовый минерал (висмутин?) — в виде редких груболистоватых, иногда игольчатых агрегатов оловянно-белого цвета устанавливается в гранитоидах поздних фаз.

Борнит, ковеллин, халькозин обычно устанавливаются в пробах, взятых вдоль С-СВ контакта штока порфиroidных гранитов и очень редко в других породах.

Киноварь очень редкие зерна явно постмагматического генезиса встречены в аплитах и в тонких трещинах пород монцонитового ряда. Установлен А. М. Авакян.

#### в) Самородные элементы

Самородный цинк в виде очень редких хрупких пластинок темно-серого цвета установлен в двух пробах из гранодиоритов г. Хашли и очень редко в метаморфических сланцах (с. Шванидзор).

Самородный свинец установлен в интрузии порфиroidных гранитов и в жильных дериватах, связанных с этой интрузией. Редкие зерна установлены в измененных породах г. Джбанд и ущелья р. Давачи.

В шлихах отмечаются в виде крючковатых, иногда расплющенных зерен. Очень мягкий, тягучий. Цвет свинцово-серый, иногда темно-серый; часто покрыт корочкой церуссита. В HCl не растворяется.

Самородное олово в виде расплющенных зерен и мелких шариков оловянно-белого цвета в ассоциации с самородным свинцом встречается в порфиroidных гранитах. В HCl медленно растворяется.

Нахождение в изверженных породах Киргизии самородных свинца и олова указывает и С. Д. Туровский [13].

Самородная медь встречена в единственной пробе из сиенитогранитов (с. Агарак) в виде мелких пластинок медно-красного цвета.

#### 6. Группа пневматолитовых акцессориев

В эту группу входят минералы с летучими (В, F, Cl и др.) — турмалин, флюорит, топаз. Эти минералы образуются в автометасома-

тическую стадию (обычно в апикальных участках) путем замещения ранне выделившихся породообразующих минералов и главным образом полевых шпатов.

Турмалин широко распространен в породах „монцонитовой“ интрузии, в щелочных сиенитах, нораревикских гранитоидах, пегматитах и др. Содержание порядка 0,01—0,05%. В шлихах турмалин встречается в виде удлиненно-призматических осколков-кристаллов с вертикальной штриховкой. Цвет буровато-черный. Судя по показателям преломления ( $N_g = 1,667$ ,  $N_p = 1,642$ ) отвечает турмалину с 60% шерлового компонента [10].

Флюорит часто встречается в лейкократовых пегматоидных сиенитах (с. Шванидзор), реже в граносиенитах и порфириовидных гранитоидах. Цвет от фиолетового до бесцветного. Окраска неравномерная.

### 7. Группа гипергенных аксессуариев

Сюда относятся спорадически встречающиеся в породах вторичные минералы, образующиеся по первичным сульфидам.

Малахит, азурит, хризоколла (спорадически встречаются во всех интрузивных породах плутона).

Повеллит, базовисмутит устанавливаются очень редко в интрузии порфириовидных гранитоидов.

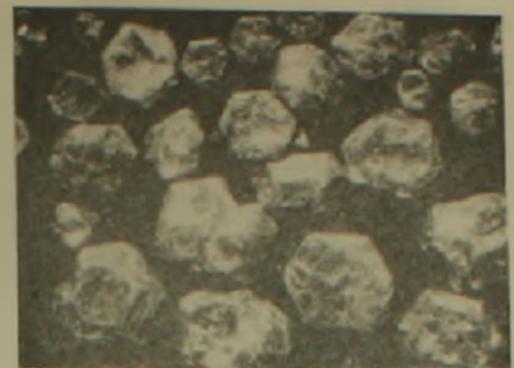
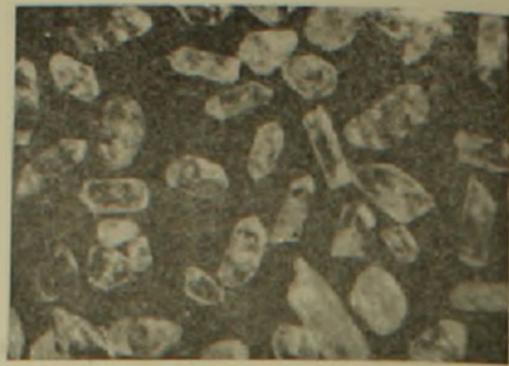
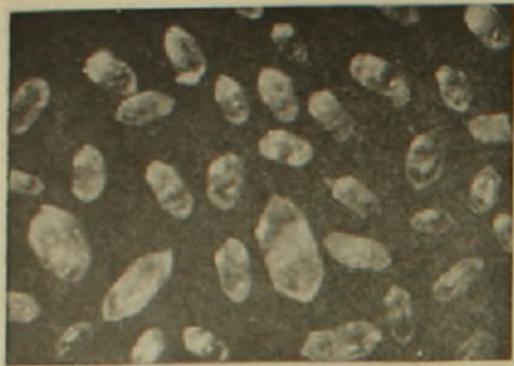
Лимонит довольно распространенный гипергенный аксессуарный минерал. Встречается во всех разностях пород в виде корочек или псевдоморфоз по пириту.

В число аксессуарных минералов нами не включены такие вторичные минералы как эпидот, цоизит, хлорит и др.

Помимо вышеописанных аксессуарных минералов был встречен ряд минералов, диагностика которых, ввиду незначительного их количества, не представлялось возможной. В числе таких минералов следует отметить: скаполит, карбонат, волластонит, фосфат меди в монцонитах; графит, черный сульфидный минерал (блеклая руда) в гранитоидах второй фазы; минерал типа бранерита, барит и муассанит (?) в порфириовидных гранитах.

### Особенности состава аксессуариев в гранитоидах Мегринского плутона и общие выводы

В изверженных горных породах полифазного Мегринского плутона установлено более 50 аксессуарных минералов. Такое богатство аксессуариями интрузивных пород описываемого комплекса обусловлено проявлением многообразных и весьма сложных процессов. Состав вмещающих пород, интенсивность проявления процессов ассимиляции и гибридизма, структурное положение интрузива, петрохимические особенности магмы каждой фазы, изменение физико-химиче-



Фиг. 1. Кристаллы циркона из порфири-  
ровидных гранитов. Увел. 30.

Фиг. 2. Кристаллы циркона из монцо-  
нитов. Увел. 18.

Фиг. 3. Кристаллы ортита из порфи-  
ровидных гранодиоритов. Увел. 32.

Фиг. 4. Кристаллы молибденита из пор-  
фирировидных гранитов. Увел. 25.

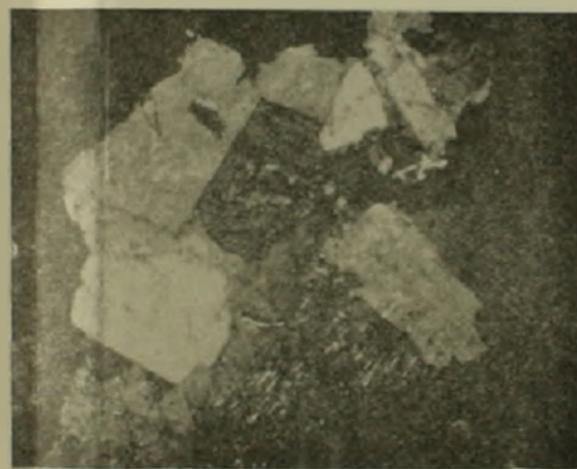
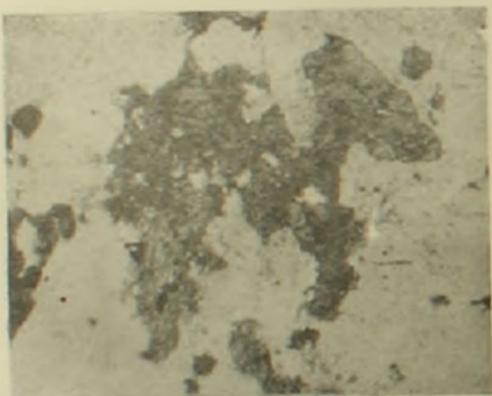


Фиг. 5. Черный апатит из монзонитов.  
Увел. 32.

Фиг. 6. Кристаллы бесцветного апати-  
та из порфирировидных гранитов. Увел. 25

Фиг. 7. Кристалл ураноторита из пор-  
фирировидных гранитов. Увел. 24.

Фиг. 8. Крючковатые зерна самозол-  
ного свинца из порфирировидных грани-  
тов. Увел. 25.

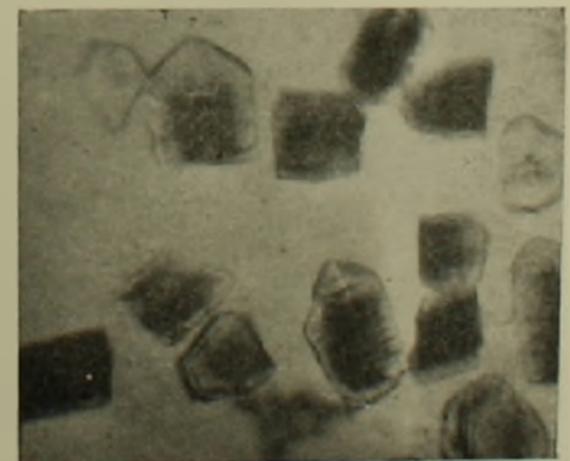
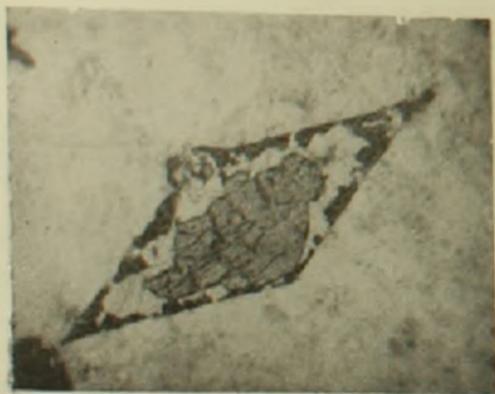


Фиг. 9. Ассоциация сфена, апатита,  
циркона, магнетита с биотитом и рого-  
вой обманкой. Увел. 30.

Фиг. 10. Замещение титаномагнетита  
(черное) лейкоксином (серое). Без  
анал. Увел. 30.

Фиг. 11. Кристалл ортита в полево-  
м шпате из порфирировидных гранитов. Без  
анал. Увел. 72.

Фиг. 12. Кристаллы циркона в иммер-  
сии. Видны реликты ранних цирконов  
и включения других минералов.  
Увел. 60.



Фиг. 13. Копьевидный кристалл сфена  
с продуктами разложения. Без анал.  
Увел. 100. Фото А. Г. Казаряна.

Фиг. 14. Кучное скопление апатита в  
хлоритизированном биотите. Без анал.  
Увел. 70.

Фиг. 15. Кристалл моназита из ще-  
лочных сиенитов. Без анал. Увел. 72.

Фиг. 16. Кристаллы темного апатита с  
«плеохроничными ядрами» в иммерсии.  
Увел. 30.

ских условий кристаллизации в отдельных участках, глубина эрозионного среза, геохимические особенности региона, характер автометасоматических (иногда и постмагматических) процессов и другие факторы приводят к вариациям в общем процессе кристаллизации и, в частности, к изменению ассоциации акцессорных минералов в породах.

В таблице 1 приведена количественно-качественная характеристика акцессорных минералов в отдельных фациях пород разновременных фаз плутона, из рассмотрения которой можно сделать следующие выводы:

1. Для гранитоидов разновременных фаз Мегринского плутона характерно постоянное присутствие в значительных количествах магнетита, сфена, апатита, циркона, ортита, отчасти монацита и ураноторита.

По типу акцессориев молибденоносные гранитоиды плутона можно отнести к сфен-апатит-ортитовому типу.

2. Среди акцессориев выделяются минералы, которые появляются и весьма характерны для пород только данной фазы. Так: титаномагнетит, ильменит, темный апатит, монацит, оранжит, шпинель, гранат, андалузит, турмалин, арсенодирит, сфалерит в породах монцонитовой интрузии. В граносиенитовой интрузии отмечены: шеелит, флюорит, рутил, самородный цинк и медь. Порфиroidные гранитоиды характеризуются появлением весьма редких минералов: ураноторита, ксенотима, малакона, анатаза, эксенита, касситерита, самородного свинца и олова, уранинита, висмутина, ковеллина и халькозина.

3. Кроме того имеются акцессорные минералы, встречающиеся в породах всех фаз плутона. Эти акцессории (магнетит, сфен, апатит, циркон, ортит, пирит, халькопирит, молибденит) для каждой интрузивной фазы характеризуются изменением количественных соотношений и различием типоморфных признаков.

4. Дополнительные интрузии и кислые жильные породы (раннего этапа) наследуют ассоциации типоморфных акцессорных минералов соответствующей интрузивной фазы. Как эндоконтактные фации разновременных интрузий, так и жильные породы позднего этапа характеризуются заметным обеднением редкоземельными, радиоактивными и редкометальными акцессориями.

5. В породах первой фазы с признаками натрового метасоматоза (нефелиновые и щелочные сиениты) характерно появление бадделеита, бетафита, корунда, флюорита и кальцита.

6. Для интрузий или участков интрузий с широкоразвитыми процессами контаминации характерно появление темного апатита, титаномагнетита, лейкоксена, граната, андалузита, ортита, турмалина, силлиманита и высокие содержания магнетита, сфена-II и апатита; циркон приобретает темно-розовую окраску и игольчатый габитус; ортит черный.

7. Наличие в породах основного состава акцессориев, характерных для гранитоидов (ортит, монацит, циркон, сфен, шеелит, халькопирит и др.) и некоторые другие соображения говорят о генетической связи этих пород с гранитоидами соответствующих фаз, в пределах которых они наблюдаются.

8. Сравнение гранитов р. Малев с гранитоидами Мегринского плутона показывает ряд общих и отличных черт (отсутствие сфена, ильменита, редких сульфидов; незначительное содержание ортита, турмалина, пирита, торита, циркона и др.). Имеющиеся данные не позволяют однозначно решить вопрос о принадлежности этих гранитов к более древнему магматическому комплексу.

9. Проведенными исследованиями подтверждается возможность корреляции отдельных фаций между фазами плутона с использованием количественно-качественной характеристики акцессориев и их типоморфных признаков (особенно циркон), а также возможность расчленения дайкового комплекса на дайки, генетически связанные с формированием материнской интрузии каждой фазы (ранний этап) и дайки, внедрение которых происходило после формирования поздней фазы. Расчленение проводится, разумеется, с привлечением и геолого-петрографических критериев (табл. 1). Так, штоки лейкократовых порфиридных гранитов и гранодиоритов (с.с. Курис и Карчеван) по особенностям состава акцессориев идентичны порфиридным гранитоидом III фазы.

10. В распределении некоторых групп акцессорных минералов наблюдаются определенные закономерности: а) содержание кальциевых акцессориев (сфен, апатит, ортит) убывает от пород первой фазы к третьей, а внутри каждой фазы тяготеет к апикальным и краевым частям интрузивов, что свидетельствует о заимствовании СаО из вмещающих пород; б) содержание циркона возрастает в породах поздних фаз и в крайних членах дифференциации, а также в менее контаминированных и глубокоэродированных участках интрузий; в) редкоземельные акцессории — ортит, монацит, ксенотим — ведут себя различно. Для ортита намечается тенденция к появлению в контаминированных фациях интрузивов (обогащенных СаО, MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Монацит, наоборот, чаще появляется в породах недосыщенных известью и пересыщенных глиноземом или кремнеземом. Ксенотим — только в породах поздних фаз и кислых жильных дифференциатах; г) радиоактивные акцессории — ураноторит, торит-оранжит, уранинит и урансодержащие танталониобаты, а также циртолит, малакон появляются, главным образом, в породах III фазы, в аплитах и особенно пегматитах, д) акцессорные рудные минералы являются весьма характерными минералами плутона. Из кислородных соединений: шеелит, касситерит, ильменит, рутил, анатаз встречаются спорадически. Пирит, халькопирит, молибденит, устанавливаются во всех фациях разновременных фаз, при этом содержание молибденита и появление более редких сульфидов — арсенопирига, халькозина, борнита, ковеллина, висмутина — приуроче-

но к третьей интрузивной фазе. Самородные элементы (Pb, Sn, Cu, Zn) в незначительных количествах встречаются в поздних гранитоидных интрузиях.

В распределении акцессорных сульфидов и самородных Pb и Sn намечается определенная тенденция к возрастанию их содержания в контактовых и апикальных частях интрузий, что, по-видимому, обусловлено некоторым перемещением металлогенных элементов в процессе кристаллизации магмы.

11. В разностях пород подвергшихся гидротермальному метаморфизму (кварц-серецитовые, хлоритизированные и турмалинизированные фации) намечаются некоторые различия в поведении и ассоциациях акцессориев. Такие акцессорные минералы как монацит, циркон, ортит, сфен, циртолит встречаются очень редко (выщелачиваются). Выщелачивается, по-видимому, также первичный апатит пород. Однако в шлихах из измененных фаций наблюдается много лейкоксена, карбонатов, гематита (мартит), лимонита, сульфидов, а также сахаровидного апатита, образующегося при процессах гидротермального метаморфизма.

12. Генезис акцессорных минералов в гранитоидах различный. Часть акцессориев выделяется в магматическую и позднемагматическую стадии кристаллизации, однако главная масса акцессориев, особенно редкоземельные, радиоактивные и редкометально-рудные, выделяется в послемагматическую (автопневматолитовую, автогидротермальную) стадию становления гранитной породы из остаточных флюидов.

Многие акцессорные минералы проявляют полигенетичность. Так, для магнетита, сфена, апатита, циркона выделяются две генерации.

13. Наличие в породах акцессорных редкометально-рудных и редкоземельно-радиоактивных минералов является характерным признаком рудоносных интрузий и может применяться как оценочный поисковый критерий. Так, молибденоносные гранитоиды Мегринского плутона характеризуются сфен-apatит-ортитовым составом акцессориев и широким распространением среди них молибденита, халькопирита, галенита и др.

14. Присутствие в гранитоидах плутона редкометально-рудных акцессориев указывает: а) на преобладание минерализации конечных этапов собственно магматических процессов постмагматическими; б) на генетическую связь пространственно тяготеющих к этому массиву гидротермальных месторождений с тождественными особенностями минерализации; в) на металлогеническую специализацию (обогащенность) Мегринского плутона компонентами этих минералов.

15. Единство состава акцессориев в породах массива, а также появление и возрастание содержания в породах поздних фаз редкоземельных, радиоактивных и редкометальных рудных акцессориев, компоненты которых (Y, TR, U, Th, Bi, Sn, Mo и др.) проявляют отчетливую тенденцию к дифференциации, свидетельствуют о том, что

все три фазы внедрения являются дифференциатами единого медленно эволюционировавшего магматического очага.

Институт геологических наук  
АН Армянской ССР

Поступила 12.III.1959.

Բ. Մ. ՄԵԼԻՔՍԵՏՅԱՆ

## ՄԵՂՐԻԻ ՊԼՈՒՏՈՆԻ ԱԿՑԵՍՈՐ ՄԻՆԵՐԱԼՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Մեղրիի պլուտոնի ձևավորումը տեղի է ունեցել մագմայի ներդրման երեք գլխավոր փուլերում՝

1. Մոնցոնիտային շարքի ապարները, որոնց հետ պետրոգենետիկորեն կապված են հիմնային և ալկալային կազմութիւն ունեցող ապարները, 2. գրանոսիենիտները, գրանոդիորիտները և 3. պորֆիրանման գրանիտոիդները:

Յուրաքանչյուր փուլի սահմաններում որոշակի տարածում ունեն «լրացուցիչ ինտրուզիաների» ոչ մեծ ապարազանգվածները (ապլիտանման և մանրահատիկ գրանիտները), ներդրման առաջին էտապի երակային ապարները (զանազան պորֆիրներ, ապլիտներ և պեգմատիտներ), ինչպես նաև 2-րդ էտապի գրանոդիորիտ-պորֆիրների, դիորիտ-պորֆիրների, լամպրոֆիրների և այլ դալկաներ:

Մեղրիի պլուտոնի ապարներում գտնված են հիսունից ավելի ակցեսոր միներալներ, որոնք որոշված են մոտ 200 արհեստական սխևվածքներում:

Մեղրիի պլուտոնի տարբեր փուլերի գրանիտոիդների համար բնորոշ է մագնետիտի, սֆենի, ապատիտի, ցիրկոնի, օրտիտի, մասամբ մոնացիտի գդալի քանակութիւնն առկայութիւնը:

Ըստ ակցեսորների ասոցիացիայի պլուտոնի մոլիբդենաբեր գրանիտոիդները վերագրվում են սֆեն-ապատիտ-օրտիտային տիպին:

Որոշված ակցեսորների մեջ առանձնանում են ակցեսոր միներալներ, որոնք բնորոշ են միայն տվյալ փուլի ապարների համար (աղյուսակ 1): Այսպես օրինակ՝ տիտանոմագնետիտը, իլմենիտը, սև ապատիտը, մոնացիտը, օրանժիտը, շպինելը, գրանատը, անդալուզիտը, տուրմալինը, սֆալերիտը և արսենոպիրիտը բնորոշ են մոնցոնիտային ինտրուզիայի ապարների համար: Գրանոսիենիտային ինտրուզիայում հանդիպում են շեելիտ, ֆլյուորիտ, ռուտիլ, բնածին ցինկ և պղինձ: Պորֆիրանման գրանիտոիդները բնորոշվում են այնպիսի հազվագյուտ միներալների առկայութիւնամբ, ինչպիսիք են ուրանոթորիտը, քսենոտիմը, մալակոնը, անատազը, էվքսենիտը, կասիտերիտը, բնածին կապարը և անագը, բիսմութինը, կովելինը և ուրիշները:

Ամենուրեք հանդիպող ակցեսոր միներալները (մագնետիտ, սֆեն, ապատիտ, ցիրկոն, օրթիտ, պիրիտ, խալկոպիրիտ և մոլիբդենիտ) յուրաքանչյուր փուլի համար բնորոշվում են քանակական հարաբերակցութիւնն փոփոխմամբ և տիպոմորֆային հատկանիշների տարբերութիւնամբ:

Ալկալային ապարներում հանդես են գալիս բադելիտը, բետաֆիտը, կորունդը, ֆլյուորիտը, կալցիտը: Հիմնային ապարներում հանդիպում են մագ-

նետիտ, շպիննել, քրոմիտ, հեմատիտ, ինչպես նաև գրանիտոիդների համար բնորոշ ակցեսոր միներալներ (շենելիտ, խալկոպիրիտ, օրթիտ, ցիրկոն, սֆեն), որը վկայում է այն մասին, որ այդ ապարները գենետիկորեն կապված են համապատասխան փուլի գրանիտոիդների հետ:

Լրացուցիչ ինտրուզիաները և թթու երակային ապարները (առաջին էտապ) ժառանգում են համապատասխան փուլերի ակցեսոր միներալների ասոցիացիաները:

Ինչպես տարբեր փուլերի հիմնային ֆացիաներում, այնպես էլ երկրորդ էտապի երակային ապարներում նկատվում է հազվագյուտ հողային, ռադիոակտիվ և հազվագյուտ մետաղային ակցեսորների զգալի աղքատացում (աղյուսակ 1):

Ակցեսոր միներալների տարբեր խմբերի տեղարաշխման մեջ նկատվում են որոշ օրինաչափություններ: Այսպես, ավելի վաղ փուլից դեպի ավելի ուշ փուլերը հազվագյուտ հողային ռադիոակտիվ, ցիրկոնային և հազվագյուտ մետաղային ակցեսորների պարունակությունը աճում է, իսկ կալցիում պարունակող (սֆեն, ապատիտ, օրթիտ) և տիտանային ակցեսորների պարունակությունը նվազում է:

Ակցեսոր միներալները ունեն տարբեր ծագում: Նրանք սկզբում առաջանում են մագմայից, իսկ հետո մնացորդային հալոցքներից՝ վերջինները սկզբում համապատասխանում են պեգմատիտ-պնեմատոլիտային ֆլյուիդներին, իսկ հետագայում տարբեր ջերմաստիճանային հիդրոթերմներին (տես գիագրաման):

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Адамян А. И. Петрография целочных пород Мегринского района АрмССР. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1955.
2. Арапов Ю. А. К петрографии сиенито-диоритов в р-не г. Каладаш. Изд. АН АрмССР, № 5—6, 1944.
3. Грушевой В. Г. Интрузивные породы юго-восточной части АрмССР. Сб. „Интрузивы Закавказья“, Тбилиси, вып. II, 1941.
4. Коптев-Дворников В. С. К вопросу о некоторых закономерностях формирования интрузивных комплексов гранитоидов (на примере Цент. Казахстана). Изв. АН СССР, сер. геол., № 4, 1952.
5. Ляхович В. В., Золотарев Б. П., Родионов Д. А., Соболев С. Ф. Акцессорные минералы гранитоидов горного Алтая. Тр. ИМГРЭ АН СССР, сер. геол., вып. 2, 1959.
6. Матковский И. О. Акцессорные минералы гранитоидов Осиницкого комплекса Вольни. Изд. Львов. гос. ун., 1956.
7. Мовсесян С. А. Интрузии центральной части Конгуро-Алангезского хребта и связанные с ним полезные ископаемые. Изв. Арм. фил. АН СССР, № 2, 1941.
8. Мкртчян С. С. Зангезурская рудоносная область. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1958.
9. Меликсетян Б. М. Акцессорный оргиг из Мегринского плутона. Изв. АН АрмССР, сер. геол., № 1, 1960.
10. Меликсетян Б. М. О некоторых особенностях процесса турмалинизации. Изв. АН АрмССР, сер. геол., № 5, 1959.

11. Рабинович А. В. О методике минералого-геохимических исследований интрузивных пород. Тр. Всесоюзн. совещания работников минералого-петрографических лабораторий, Госгеолтехиздат, 1955.
12. Сердюченко Д. П. Граниты южного Тимана и их акцессорные минералы. Изд. АН СССР, 1959.
13. Туровский С. Д. О времени выделения и условиях образования акцессорных минералов в процессе формирования изверженной горной породы. Тр. ИГН Кирг. ССР, вып. VII, 1956.
14. Baker G. Apatit crystals with colored cores in Victorian granitic rocks Amer. Min., vol 26, 1941.
15. Poldervaart A. Zircon in rocks, 2. Igneous rocks. Amer. Journ. of science vol 254, № 9, 1956.

Г. О. ПИДЖЯН

## К МИНЕРАЛОГИИ РУД КАДЖАРАНСКОГО МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В 1955—59 гг. на Каджаранском медно-молибденовом месторождении нами проводились детальные минералого-геохимические исследования, в результате чего были получены некоторые новые данные по вещественному составу руд, излагаемые в настоящей статье. В частности, более детально охарактеризованы все рудные минералы во всех своих проявлениях и взаимоотношениях с другими минералами. Изучены типоморфные особенности главных рудообразующих минералов, выявлены генерации и установлены в них примеси рассеянных элементов: Re, Se, Te, Ge. При изучении руд в отраженном свете автором были обнаружены ильменит в полях магнетита и неизвестный минерал (по-видимому сульфосоль меди, сурьмы и олова) в тесной ассоциации с халькопиритом и пиритом второй генерации.

На основании микроскопических и химических данных нами предполагается наличие в рудах селеномолибденита (?). Кроме того, впервые приводится описание медно-висмутовых минералов — виттихенита и эмплектита.

В 1958 г. А. С. Фарамазян [9] при детальных микроскопических исследованиях в полиметаллических рудах Каджарана (штольни 1 и 2) установил алтаит, самородный висмут, самородный теллур (?) и гессит (?).

В геологическом строении Каджаранского месторождения принимают участие вулканогенно-осадочные породы нижнего эоцена и прорывающие их интрузии гранитоидов постолигоценного возраста. Главными рудовмещающими породами являются монцониты, которые интенсивно окварцованы, серицитизированы, карбонатизированы, каолинизированы и содержат прожилково-вкрапленную медно-молибденовую минерализацию.

В рудном поле Каджаранского месторождения широко развиты жильные породы, часто резко выступающие на поверхности в виде мощных, протяженных даек. Они представлены гранит-порфирами, гранодиорит-порфирами, сиенит-порфирами и диорит-порфирами, которые по преобладающему составу минералов можно отнести к кварц-по-

левошпатовым порфирам; менее развиты лампрофиры, аплиты и пегматиты.

Среди факторов, благоприятствующих локализации оруденения важнейшим является структурный фактор. Крупные концентрации медно-молибденовых руд контролируются зонами раздробленных брекчированных монцонитов, развитых вдоль мощных, протяженных даек жильных порфиров. Наблюдается прямая зависимость интенсивности оруденения от степени дробления пород. Сильно раздробленные, перетертые, брекчированные монцониты являлись наиболее благоприятной средой для локализации оруденения.

В непосредственной близости от даек жильных порфиров развито богатое медно-молибденовое оруденение, а по мере удаления от них интенсивность оруденения постепенно падает и сходит на нет.

На Каджаранском месторождении оруденение представлено двумя типами: прожилково-вкрапленным и жильным. Прожилково-вкрапленное оруденение является главным и представлено сетью сульфидных и кварц-сульфидных прожилков и вкрапленностью сульфидов в измененных монцонитах. Жильный тип оруденения имеет резко подчиненное значение и представлен кварцево-сульфидными рудными жилами, вскрытыми на нижних горизонтах месторождения. Кварцево-рудные жилы являются самостоятельными рудными телами и представляют промышленный интерес в отношении молибдена и меди.



Фиг. 1. Монцонит (светлосерое) с кварц-молибденитовым прожилком (темносерое, черное), который смещен дважды по тонким трещинкам. Образец 220,  $1/2$  натур. величины.

На месторождении широко развиты межрудные и пострудные трещины, часто заполненные минеральными агрегатами или тектонической глиной. Они ориентированы в различных направлениях и смещают ранние прожилки и дайки (фиг. 1).

Зона окисления выражена довольно четко, однако, для отдельных участков с различной интенсивностью. Мощность зоны окисления на центральном участке колеблется в пределах от 30 до 55 м. Наиболее глубоко, до 150—200 м, граница зоны окисления опускается вдоль даек гранодиорит-порфиров и тектонических трещин, однако, это имеет локальный характер.

Между зонами окисления и вторичного сульфидного обогащения резкого разграничения не существует. Наблюдаются постепенные переходы и тесные взаимоотношения.

В зоне окисления Каджарана, среди нацело окисленных и полуокисленных руд, наблюдаются участки неокисленных сульфидных руд, обычно со слабой заохренностью и частичным разрушением. Гипергенные образования представлены: тонкими корочками, прожилками, слабыми налетами, примазками, дендритами и землистой, охристой массой.

Ниже приводится описание гипогенных минералов в порядке степени их распространенности и ценности.

Молибденит является главным компонентом руды. Встречается в виде мономинеральных прожилков, вдоль трещин отдельности оруденелых пород, мелких вкрапленников, иногда в крупных кристаллах, розетках и изредка в виде цемента, цементирующего обломки сильно измененных монзонитов. Очень характерна ассоциация молибденита с кварцем (фиг. 2).

Прожилки молибденита часто расположены параллельно друг другу и образуют полосчатые текстуры руд, возникшие в результате выполнения серий параллельных трещин. Под микроскопом представлен в виде мелкой вкрапленности, крупных выделений, состоящих из чешуйчатых или удлиненных, листоватых агрегатов размерами от тысячных долей мм до 1—1,5 мм, редко 5—6 мм. Структура молибденита зернистая, иногда зернистый агрегат представлен шестиугольными кристаллами и зернами неправильной формы. Местами встречаются пластинки молибденита с полисинтетически-двойниковым строением, иногда обнаруживающие волнистое угасание.

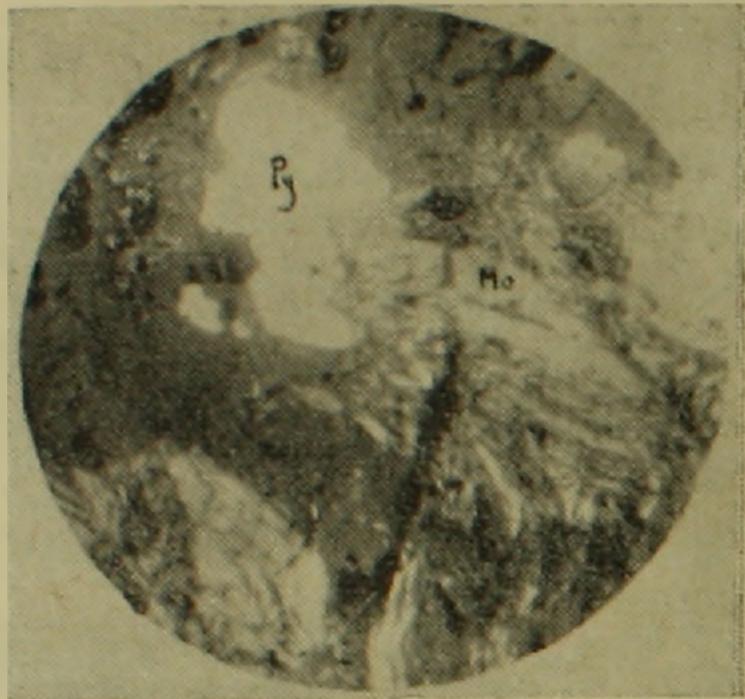


Фиг. 2. Тесное взаимоотношение крупных удлиненных кристаллов молибденита (Mo, серовато-белое) с кварцем (Q, темносерое) и халькопиритом (Cp, белое) Полир. шлиф. Увел.  $\times 72$ .

Парагенетически молибденит тесно ассоциируется с халькопиритом, образуя с ним зернистые срастания. Халькопирит часто проникает вдоль спайности молибденита и окаймляет его. Как правило, молибденит разъеден халькопиритом, борнитом и другими сульфидами за исключением пирита; последний сам разъедается молибденином (фиг. 3).

Под микроскопом среди полей молибденита были встречены чешуйки, отличающиеся по своим оптическим свойствам от молибденита. Они характеризуются повышенной отражательной способностью, белым цветом и слабой анизотропностью. Указанные микроскопические данные соответствуют свойствам описанного в литературе [4] селеномолибденита (?) из месторождения Шинколобве (Бельгийское Конго). Химические анализы чисто отобранных молибденинов Каджарана пока-

зали высокие содержания селена от 0,028 до 0,04%. Химические анализы на селен были выполнены в Институте редких элементов АН СССР под руководством Н. Д. Синдеевой (проба 166 — Se — 0,028%) и в Институте геологических наук АН АрмССР аналитиком Т. Т. Авакян (проба 225 — Se — 0,04%).



Фиг. 3. Раздробленные кристаллы пирита (Py, белое) разъедаются и пересекаются молибденитом (Mo, серовато-белое). Полир. шлиф. Увел.  $\times 130$ .

Микроскопические данные и результаты химических анализов молибденитов на селен позволяют предполагать, что в молибденовых рудах Каджарана присутствует селеномолибденит (?); уже сейчас достоверно установлено, что высокие содержания селена в рудах Каджарана связаны именно с молибденитом, а не с пиритом и халькопиритом.

Химические анализы чисто отобранных молибденитов на Re, Ge, Te показали следующие результаты:

Проба 225 — молибденит средне-мелкочешуйчатый по данным лаборатории Института геологических наук АН АрмССР (аналитик Г. М. Джрбашян) Re — 0,038%, а по данным химического Института АН АрмССР (анализ произведен под руководством проф. М. В. Дарбиняна) Re — 0,0343%.

Проба 139 — молибденит крупночешуйчатый, участок Давачи Re — 0,066% (аналитик Г. М. Джрбашян).

Проба 226 — Te — 0,002%; Ge — 0,00015% (аналитик С. А. Дехтрикян). На основании результатов приведенных химических анализов можно заключить, что молибдениты Каджарана характеризуются высокими, промышленными содержаниями Re и Se и примесью Te и Ge.

На Каджаранском месторождении молибденит представлен двумя генерациями: а) крупночешуйчатый, блестящий в виде розеток в парагенезисе с кварцем, магнетитом, пиритом, гематитом, халькопиритом, б) средне-мелкочешуйчатый матовый в парагенезисе с квар-

цем, халькопиритом, борнитом, энаргитом, люционитом, висмутином, сфалеритом и галенитом.

Таблица 1

Результаты спектральных анализов\* молибденитов Каджаранского месторождения

Номер пробы	Место взятия и характеристика пробы	Генера-ция молибдени-та	Элементы, содержание в ‰						
			Fe	Ni	Ti	Cu	Pb	Ag	Bi
139	Участок Давачи кон-тактово-измен. поро-да . . . . .	I	0,1	—	—	0,003	—	—	—
78	Шт. 1 бис, кварце-вый прожилок в монцоните . . . . .	I	0,01	—	—	0,003	0,003	—	—
75	Шт. 1, штр. 2, квар-цевый прожилок в монцоните . . . . .	II	0,01	0,001	—	0,03	0,003	—	—
193	Шт. 36, кварцевый прожилок в монцо-ните . . . . .	II	0,03	—	—	0,03	0,001	—	—
68	Шт. 19, монцонит кварц-сульфид. про-жилок . . . . .	II	0,3	—	0,003	0,2	0,001	—	0,001
61	Шт. 19, кварцевая жида с пиритом .	II	0,1	—	0,03	0,1	0,001	0,001	—

Крупночешуйчатый молибденит I генерации характеризуется незначительным содержанием Cu и только в отдельных пробах присутствием Pb, а средне-мелкочешуйчатый молибденит II генерации — повышенным, иногда высоким содержанием Cu и постоянным присутствием Pb. В отдельных пробах (молибденит II генерации) отмечаются небольшие содержания Bi и Ag. Кроме указанных элементов, в пробах установлены Fe, Ni, Ti; эти элементы для молибденитов не характерны.

Халькопирит самый распространенный минерал месторождения. Он встречается в виде вкрапленников, мономинеральных прожилков, реже примазков и в виде цемента, цементирующего обломки монцонита, кварца, пирита и молибденита.

Халькопирит замещается борнитом, энаргитом, люционитом, сфалеритом, галенитом, висмутином, медно-висмутовыми минералами, карбонатами и кварцем более поздних генераций. Местами халькопирит цементируется карбонатом и халцедоном.

Под микроскопом представлен как в виде крупных выделений неправильной формы, часто занимающих сплошные поля, так и в виде отдельных зерен размерами от сотых долей мм до нескольких мм.

\* Спектральные анализы произведены в спектральной лаборатории Ленинградского университета Р. А. Клочковой под руководством М. М. Клера.

Местами среди крупнозернистого агрегата халькопирита обнаруживаются полоски халькопирита мелкозернистой структуры, иногда встречаются двойники давления.

В полях магнетита развиты отдельные зерна и редко прожилки халькопирита. Обычно наблюдается замещение магнетита халькопиритом. Халькопирит развивается в периферических частях пирита, окаймляет и пересекает его поля и образует с ним различные структуры замещения.

В полиметаллических рудах месторождения халькопирит тесно ассоциируется также со сфалеритом, галенитом, блеклыми рудами, кварцем и карбонатами. В рудах очень характерна эмульсия халькопирита в сфалерите. Нередко в полях халькопирита развиваются прожилки теннантита. Тесные срастания халькопирит образует с энаргитом и люцитом. В отдельных случаях в полях халькопирита встречаются мелкие выделения висмутита, виттихенита и эмплектита. Вторичные сульфиды меди развиваются в халькопирите в виде тончайших жилок и нередко окаймляют зерна халькопирита тонкой каемкой.

Таблица 2

Результаты спектральных анализов халькопиритов Каджаранского месторождения

Номер пробы	Метод взятия и характеристика пробы	Генерация халькопирита	Элементы, содержание в %												
			Mn	Ni	Co	Ti	Cr	Mo	W	Pb	Ag	Sb	Bi	As	Zn
68	Шт. 19, монцит с кварц—Мо прожилк.	I	0.01	0.001	0.001	0.003	—	0.03	—	—	—	—	—	—	0.03
133	Левый берег р. Вохчи, обн. 35; плагиоклазовый порфирит	I	0.003	—	0.001	0.03	—	0.03	0.03	—	0.03	—	—	—	0.03
33	Шт. 38, монцит с кварц-сульф. прож.	II	0.03	0.01	0.01	0.001	0.001	—	—	0.01	0.1	—	—	—	0.03
118	Р-н Дебаклинского разлома, порфировид. гранит.	II	0.01	0.001	—	—	—	—	—	0.03	0.1	—	—	0.03	0.1
184	Шт. 36, монцит с кварц-карбонат-полиметал. оруден.	III	0.03	—	0.003	0.003	—	0.01	—	0.1	0.03	0.01	0.003	0.03	1.0

Халькопирит имеет кристаллическое строение, что выявляется структурным травлением реактивом  $KMnO_4 + KOH$ .

Представлен халькопирит тремя генерациями в ассоциации: а) с магнетитом, пиритом, гематитом, крупночешуйчатым молибденитом, борнитом, полевым шпатом и кварцем молочно-белого цвета; б) с средне-мелкочешуйчатым молибденитом, пиритом, борнитом, энаргитом, люцонитом, висмутином, виттихенитом и кварцем; в) со сфалеритом, пиритом, теннантитом, тетраэдритом, галенитом, кварцем и карбонатами—этот комплекс минералов встречается на тех участках, где развиты полиметаллические руды.

Химические анализы\* чисто отобранных халькопиритов на Re, Se, Te, Ge показали следующие результаты (в процентах).

Таблица 3

Автор. номер пробы	Наименование минерала	Генерация	Re	Se	Te	Ge
68	Халькопирит	I	0,0002	0,026	не обн.	не обн.
33	Халькопирит	II	0,0002	0,023	0,0030	не обн.
184	Халькопирит	III	0,0001	0,015	0,0045	0,0005

Таким образом, халькопириты Каджарана характеризуются повышенными содержаниями Re, Se, Te, причем отмечается некоторая закономерность, выражающаяся в том, что Re и Se сравнительно высокие концентрации образуют в халькопирите I и II генерации, а Te в халькопирите III генерации. В халькопирите III генерациями отмечается присутствие Ge.

Пирит распространенный минерал руд и вмещающих пород месторождения. Встречается в виде вкрапленников и прожилок. Часто представлен идиоморфными кристаллами в форме октаэдров и пентагон-додекаэдров. Выделяются три генерации пирита в ассоциации: а) с магнетитом, гематитом, крупночешуйчатым молибденитом, халькопиритом; б) со средне-мелкочешуйчатым молибденитом, халькопиритом; в) с халькопиритом, сфалеритом, блеклыми рудами, галенитом в кварц-карбонат-полиметаллических жилах и прожилках.

Особенно тесно с пиритом ассоциируются халькопирит и молибденит, которые разъедают, секут зерна пирита и замещают их. Пирит часто раздроблен и трещины его заполнены более поздними сульфидами и нерудными минералами. Образовался после магнетита, но в ассоциации с сульфидами раньше них.

Химические анализы чисто отобранных пиритов показали следующие результаты (аналитик Т. Т. Авакян):

\* Химические анализы на редкие и рассеянные элементы произведены в химической лаборатории Института геологических наук АН АрмССР аналитиками Т. Т. Авакян (Se, Te), Л. Мушегян (Re) и С. А. Дехтрикян (Ge) под общим руководством проф. В. М. Тараян.

проба 108 (шт. 36)	Mo—следы; S—53,05 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> ;	Cu—0,047 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> ; Bi—0,002 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> ;	Fe—44,75 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> ; Ni—следы;
проба 208 (шт. 36)	Cu—0,095 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> ; Bi—0,002 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> ;	Fe—44,65 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> ;	S—53,45 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> .

Пириты Каджарана показали следующие результаты в отношении содержания селена и теллура. Проба 92—Se—0,0015<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; Te—0,0005<sup>0</sup>/<sub>0</sub> (анализ произведен под руководством Н. Д. Синдеевой). Проба 61—Se—0,006<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; Te—0,002<sup>0</sup>/<sub>0</sub> (аналитик Т. Т. Авакян).

Борнит встoeчается в виде мелкой вкрапленности и редко прожилков. Обычно образует тесные зернистые сростания с халькопиритом и выполняет участки между сростками или скоплениями молибденита, часто проникая в молибденит по спайности. Нередко борнит окаймляет идиоморфные кристаллы кварца и пирита. Отмечаются тесные зернистые сростания борнита с энаргитом. Местами в полях борнита встречаются выделения блеклой руды, сфалерита и галенита. Структурное травление борнита реактивом J в KJ выявило его внутреннее кристаллическое строение. Является гипогенным сравнительно высокотемпературным образованием.

В рудах Каджарана в ничтожном количестве встречается и супергенный борнит.

Энаргит в медно-молибденовых рудах встречается в виде вкрапленников или тонких прожилков в тесной ассоциации с халькопиритом. Энаргит установлен в кварцевых жилах штолен 34, 36, 38 и в тонких кварцево-сульфидных прожилках как среди монзонитов, так и порфиоровидных гранитов. Образует зернистые агрегаты с хорошо выраженной спайностью, которая четко выделяется после структурного травления KCN. Иногда представлен в виде идиоморфных столбчатых кристаллов. Тесные зернистые сростания энаргит образует с халькопиритом и часто развивается по периферии выделений халькопирита. Обычно энаргит развивается в полях халькопирита и иногда борнита, блеклой руды и редко молибденита. В полиметаллических рудах энаргит замещается галенитом. По энаргиту иногда развиваются халькозин и ковеллин. Размеры зерен энаргита колеблются от тысячных долей мм до 0,2 мм.

Люционит в рудах Каджарана установлен впервые И. С. Волынским; более детально исследован и описан И. Г. Магакьяном. Приурочен к прожилково-вкрапленным рудам и встречается в виде тончайших прожилков и мелких зернистых выделений. Тесно ассоциируется с халькопиритом и борнитом и образует каемки вокруг зерен этих минералов. Размеры зерен люционита колеблются от 0,006 до 0,15 мм. Редко встречаются шестоватые кристаллы с размерами 0,05—0,2 мм.

Люционит в отличие от энаргита обладает более отчетливым розоватым оттенком и при скрещенных николях обнаруживает полисинтетически-двойниковое строение. Угол погасания относительно удлинения кристаллов и двойниковых швов составляет 20—30° (у энаргита погасание прямое), что говорит за моноклинную сингонию ми-

Таблица 4

## Результаты спектральных анализов пиритов Каджаранского месторождения

Номер пробы	Место взятия и характеристика пробы	Генерация	Элементы содержание в ‰											
			Mn	Ni	Co	Ti	Cr	Mo	Cu	Pb	Ag	Bi	As	Zn
214	Шт. 38, монцонит с кварцем.	I	—	0,001	0,003	0,003	0,01	—	—	—	—	—	—	—
168	Шт. 34, монцонит . . . . .	I	0,003	0,001	0,03	0,001	0,003	—	0,03	—	—	—	—	—
296	Шт. 36, монцонит с медно-молибд. оруденением. . . . .	II	0,01	—	0,001	0,001	0,003	0,003	0,2	—	—	—	—	—
190	Шт. 36, изм. монцонит с медно-мол. оруденением	II	—	0,001	0,01	0,001	0,003	—	0,3	—	—	—	—	—
23	Шт. 38, кварц с полиметаллич. оруден. . . . .	III	0,03	0,003	0,03	0,003	0,01	—	0,3	0,3	—	—	0,1	0,1
61	Шт. 19, кварц с полиметаллич. оруден. . . . .	III	0,03	0,003	0,03	0,001	0,01	—	0,3	0,03	0,003	0,003	—	0,01

нерала и принадлежность к люцониту (моноклинная модификация энаргита).

Сфалерит в медно-молибденовых рудах имеет незначительное развитие и встречается в полях халькопирита в виде мельчайших выделений и рассеянной вкрапленности. На отдельных участках месторождения, где развиты кварц-карбонат-полиметаллические жилы и прожилки, сфалерит является преобладающим минералом и представлен прожилками и вкрапленниками.

Тесно ассоциируется с халькопиритом, галенитом, блеклой рудой и пиритом. В отдельных аншлифах наблюдается серия тонких прожилков халькопирита в сфалерите. Местами поля сфалерита секутся прожилками кварца, карбоната, галенита и блеклой руды, с последними сфалерит образует графические структуры замещения.

Внутренняя структура сфалерита зернистая; многие зерна имеют полисинтетически-двойниковое строение (выявлено травлением в парах царской водки). Двойниковые пластинки местами изогнуты и разорваны.

Таблица 5

Результаты спектральных анализов сфалеритов Каджаранского месторождения

Номер пробы	Место взятия и характеристика пробы	Элементы, содержание в %											
		Fe	Mn	Ti	Mo	Cu	Pb	Ag	Sb	Bi	Cd	Sn	In
109	Шт. 36, кварц-карбонатные жилы с полиметал. оруденением	0,3	0,03	0,001	—	0,3	1,0	0,3	0,03	0,03	0,2	0,001	0,001
219	Шт. 38, кварц-карбонатные жилы с полиметаллич. оруденением	0,3	0,1	0,003	0,001	0,1	1,0	0,1	0,03	0,003	0,3	—	0,001

Сфалериты Каджарана характеризуются высокими содержаниями Pb, Cu, Ag, Sb, Cd и повышенными содержаниями Bi и In.

Галенит встречается в небольшом количестве в виде мелких включений и тонких прожилков, образовавшихся в более поздних трещинах. На отдельных участках месторождения, где развиты кварц-карбонат-полиметаллические жилы и прожилки, галенит образует скопления в виде мономинеральных прожилков и вкрапленников в тесной ассоциации с сфалеритом и халькопиритом.

Представлен в виде отдельных зерен и сплошных полей. Размеры зерен колеблются от 0,02—0,08 до 0,5—1,5 мм. Ассоциирует со сфалеритом, халькопиритом, блеклой рудой и энаргитом, а из жильных минералов—с кварцем и карбонатами. Прожилки галенита секут зерна халькопирита, сфалерита, энаргита и блеклой руды. Редко мелкие выделения галенита в виде единичных зерен встречаются

в молибдените. Очень редко в полях галенита наблюдаются мельчайшие выделения аргентита.

Галенит в зоне окисления замещается англезитом и церусситом, ковеллином и гидрогетитом. Вторичные минералы часто образуют каемки вокруг зерен галенита и проникают по трещинам спайности.

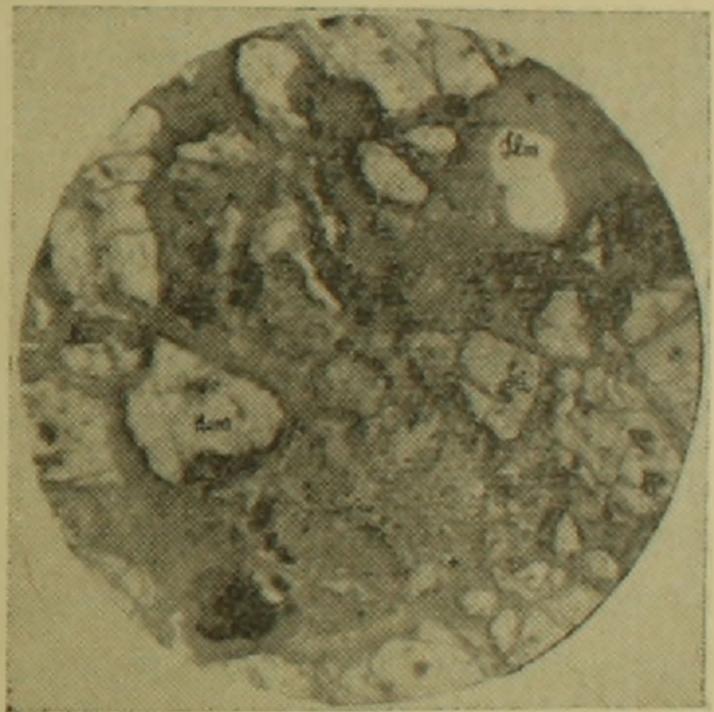
Спектральный анализ галенита из шт. 36 проба 221 показывает примеси следующих элементов в процентах: Fe—0,01; Mn—0,001; Mo—0,001; Cu—0,3; Ag—0,1—0,3; Sb—0,1—0,3; Bi—0,003; Zn—0,1; Cd—0,01.

Магнетит встречается во всех рудовмещающих породах Каджарана в виде отдельных мелких вкрапленников. В рудах ассоциируется с халькопиритом, пиритом, гематитом, борнитом и редко молибденитом. Наблюдается в виде хорошо образованных кристаллов, размерами от 0,3—0,5 до 1—2 мм. Как правило кристаллы магнетита разъедены или пересечены прожилками сульфидов. Интенсивно замещается гематитом, последний развивается по трещинкам и по периферии кристаллов магнетита и образует мартит. Редко встречается мушкетовит (псевдоморфозы магнетита по гематиту). Иногда в полях магнетита встречаются мелкие выделения ильменита.

Гематит встречается в виде вкрапленников, прожилков и удлиненных кристаллов, в ассоциации с магнетитом, пиритом и кварцем. В шлифах местами наблюдается расположение кристаллов гематита между идиоморфными кристаллами пирита и частичное замещение пирита гематитом. Иногда прожилки гематита пересекаются выделениями молибденита, халькопирита, кварца и карбонатов.

Блеклая руда широко развита главным образом, на тех участках, где встречаются полиметаллические руды. Она представлена ксеноморфными выделениями, размерами от 0,02 до 0,1 мм. Блеклая руда обычно ассоциируется с халькопиритом, сфалеритом, галенитом, пиритом, кварцем и карбонатами. В виде тонких прожилков развита в полях сфалерита и халькопирита. Выделения блеклой руды образуют каемки вокруг зерен халькопирита и сфалерита.

Микроскопическим, химическим и спектроскопическим изучением удалось установить, что блеклая руда относится, главным образом, к теннантиту и характеризуется в отраженном свете серовато-белым цветом с синевато-зеленым оттенком. Структурное травление реак-



Фиг. 4. Замещение кристаллов магнетита (Mt, серое) гематитом (Hem, серовато-белое). В правом верхнем углу кристалл ильменита (Ilm, светлое-серое). Полир. шлиф. Увел.  $\times 130$ .

тивом равных частей конц. КОН, конц.  $\text{KMnO}_4$  и  $\text{H}_2\text{O}_2$  (6%) в большинстве случаев не дало должного эффекта, так как этот реактив действует только на тетраэдрит. Химические анализы полиметаллических руд штолен 38 и 36 показали следующие результаты:

проба 23—As—0,13%; Sb—не обнаружено.  
проба 211—As—0,082; Sb—следы.

Спектральные анализы показали As—0,03—0,1%, Sb—0,001%.

В некоторых полированных шлифах (211, 109) было установлено, что блеклая руда присутствует как в виде теннантита, так и большей частью тетраэдрита. Микрохимические реакции и химические анализы на Sb и структурное травление вышеуказанным реактивом дали положительные результаты. Местами теннантит и тетраэдрит образуют тесные зернистые срастания, и только при внимательном наблюдении (при больших увеличениях и в масле) можно их отличить.

Блеклая руда встречается также в медно-молибденовых рудах в тесной ассоциации с халькопиритом и редко борнитом.

Висмутин установлен впервые в рудах Каджарана И. С. Волынским. Нами встречен в медно-молибденовых рудах кварцевых жил штолен 36 и 38. Представлен удлиненно-овальными зернами, размерами от 0,01 до 0,07 мм. Он тесно ассоциируется с халькопиритом и в основном развивается в его полях. Контуры зерен висмутина в полях халькопирита едва заметны. Иногда выделения висмутина окаймляются медно-висмутовыми минералами, которые разъедают зерна висмутина и замещают его. Образовался позже халькопирита и борнита, и до медно-висмутовых минералов (виттихенита и эмплектита).

Медно-висмутовые минералы встречаются в медно-молибденовых и полиметаллических рудах в виде мельчайших (0,02—0,03 реже 0,1 мм) большей частью, удлиненных выделений в полях халькопирита, сфалерита, борнита и редко галенита. Устанавливаются две разновидности медно-висмутовых минералов, отличающиеся друг от друга по цвету, отражательной способности и по степени анизотропности. Наиболее часто встречается темная разновидность медно-висмутовых минералов (особенно в медных и медно-молибденовых рудах), которая по своим диагностическим свойствам соответствует **виттихениту**; последний в отраженном свете характеризуется серовато-белым цветом с отчетливым коричневатым оттенком, отражательной способностью порядка 32—35%, анизотропностью без цветного эффекта, слабым двуотражением и сравнительно более высоким рельефом. Вторая разновидность медно-висмутовых минералов встречается редко и, главным образом, в полиметаллических рудах. По своим диагностическим свойствам она близка к **эмплектиту**; характеризуется серовато-белым цветом со слабым желтоватым оттенком, сравнительно более высокой отражательной способностью, и довольно сильной анизотропностью, иногда с цветным эффектом от зеленоватого до серого, бледножелтого.

# СХЕМА

## ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛОВ

(Составил Г.О Пиджян)

Таблица 6

NN n/n	Минералы	Стадии минерализации						
		I Полевой шпат- кварц - сульфид- ная с окислами	II Кварц-суль- фидная (пирит, халькопирит)	III Кварц- молибденито- вая	IV халькопирит- молибденито- вая	V Кварц-карбо- нат-сфалерит- галенитовая	VI Карбонат-суль- фидная (пирит, галенит)	VII Карбонат- алцедоновая (безрудная)
1	Полевой шпат	—————						
2	Кварц		1			2		3
3	Турмалин	-----						
4	Мегнетит	-----			-----			
5	Ильменит	-----						
6	Рутил	-----						
7	Шеелит	-----						
8	Пирит	1	—————	2	-----	3	—————	
9	Гематит	-----			-----			
10	Молибденит	-----	1	—————	2	-----		
11	Халькопирит	1	—————	2	-----	3	-----	
12	Борнит	-----			-----			
13	Самородное золото							
14	Сфалерит					—————	-----	
15	Энаргит					-----		
16	Люционит				-----			
17	Висмутин				-----			
18	Виттихенит				-----			
19	Эмплектит					-----		
20	Теннантит					-----		
21	Тетраздрит					-----		
22	Галенит					-----	—————	
23	Аргентит					-----		
24	Аннерит						—————	—————
25	Нальцит						-----	—————
26	Сидерит						-----	-----
27	Гипс ?							-----

————— Очень много
----- много
----- Мало
----- 2 ----- Генерация минерала

Неизвестный минерал (сульфосоль меди, сурьмы и олова) встречается главным образом в виде удлиненных призматических кристаллов. Иногда образует недоразвитые грани и выделения в виде тонких прожилок. На основании формы кристаллов и некоторых оптических свойств можно предполагать, что минерал относится к ромбической сингонии.

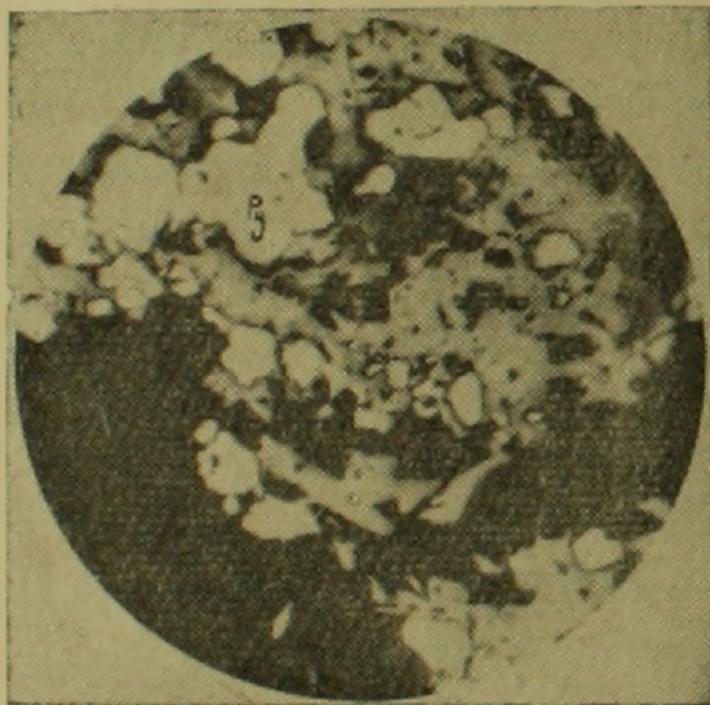
Цвет минерала в отраженном свете серовато-белый со слабым коричневатым, бурым оттенком. Отражательная способность для желтых лучей очень близка к максимуму молибденита ( $R = 35\%$ ), но при сравнении все же отчетливо немного ниже и приближается к отражательной способности блеклой руды. Таким образом,  $R$  минерала колеблется в пределах  $29—33\%$ . Твердость минерала низкая—средняя, полируется хорошо. Рельеф несколько ниже чем у халькопирита и близок к рельефу висмутина. Характеризуется сильной анизотропностью с цветным эффектом от буровато-коричневатого до темносерого. Двухотражение заметно в воздухе,  $HNO_3$  не действует.

Неизвестный минерал очень тесно ассоциируется с пиритом (фиг. 5) и халькопиритом. Обычно развивается по периферии зерен халькопирита, окаймляет кристаллы и зерна пирита и халькопирита и замещает их. Местами тонкие прожилки минерала пересекают поля халькопирита. Несомненно, неизвестный минерал образовался позже пирита и халькопирита. Спектральный анализ, отобранных под микроскопом зерен неизвестного минерала в сравнении с халькопиритом, показал наличие следующих элементов  $Cu$ ,  $Sb$ ,  $Sn$ ,  $Pb$  и  $Ag$ .

Самородное золото установлено в полуокисленных рудах Каджарана (Карьер). Представлено в полях халькопирита в виде мелких изометрических, частично округлых зерен, размерами  $0,005—0,008$  мм в поперечнике. Золото тесно ассоциируется с халькопиритом, лимонитом и кварцем.

Ильменит в рудах Каджарана впервые установлен нами. Встречается в окисленных рудах и в шт. 1, где имеется небольшое линзовидное тело, представленное халькопирит-магнетитовыми рудами. Тесно ассоциирует с магнетитом и развивается в полях его в виде отдельных удлиненных кристаллов. Редко встречаются мелкие кристаллы ильменита во вмещающих породах. Спектральными анализами в полуокисленных и сульфидных рудах установлен титан от  $0,3$  до  $1,0\%$ .

Рутил в рудах встречается редко и обычно представлен идиоморфными удлиненными призматическими кристаллами в полях халь-



Фиг. 5. Взаимоотношение пирита ( $Pu$ , белое) с неизвестным минералом (серовато-белое). Неизвестный минерал окаймляет пирит. Полир. шлиф. Увел.  $\times 130$ .

копирита и во вмещающей породе. Характеризуется серовато-белым цветом, пластинчатыми двойниками, призматической спайностью, высокой твердостью, отчетливой анизотропностью и интенсивными бесцветными, желтобурыми внутренними рефlekсами.

Аргентит встречается очень редко в полях галенита в виде мельчайших выделений. Совместно с аргентитом З. В. Рупасова отмечает также мелкие выделения штернбергита.

Шеелит установлен в шлихах в виде мелких округлых зерен.

Кварц является характерным и широко распространенным жильным минералом Каджаранского месторождения. Он слагает мощные жилы и многочисленные прожилки и встречается в различных ассоциациях в виде нескольких генераций. Среди минералов, образованных в гидротермальном этапе, кварц является наиболее ранним и представлен разностью молочно-белого цвета, с крупнокристаллическим строением.

Кварц сильно раздроблен и трещинки дробления заполнены сульфидами, хлоритом и карбонатами. Как правило, кристаллы кварца корродированы сульфидами, хлоритом и серицитом.

Среди рудовмещающих пород развит мелкокристаллический кварц в виде идиоморфных кристаллов сцементированных молибдени-том, халькопиритом и другими сульфидами.

Наиболее поздние формы проявления кварца представлены в виде кварц-карбонатных прожилков с полиметаллическим оруденением и в виде безрудного халцедоноподобного кварца и халцедона.

Карбонаты развиты, главным образом, в виде прожилков и отдельных скоплений. Местами содержат сульфидное оруденение в виде вкрапленников и тонких прожилков халькопирита, пирита, сфалерита и галенита. Как правило, карбонатные прожилки секут рудовмещающие породы и кварц-сульфидные прожилки. Среди карбонатов наиболее широко развит анкерит, который является одним из главных жильных минералов в карбонатных и кварц-карбонатных жилах и прожилках. Обычно анкерит замещается и пересекается сидеритом и халцедоном. Кальцит и сидерит встречается совместно с анкеритом в тесной ассоциации с кварцем. Вторичный кальцит образует корочки и заполняет трещинки и пустоты в рудовмещающих породах.

Химические анализы карбонатов показали следующие результаты в процентах:

проба 219—шт. 38—CaO—32,28;	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> —3,25;	MgO—18,87;
	MnO—0,23;	п.п.п. 45,63;
проба 219—шт. 38—CaO—29,91;	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> —4,34;	MgO—18,36.
	MnO—0,60;	п.п.п.—36,62;

В зоне окисления Каджарана широкое распространение имеют: вся группа водных окислов железа—лимониты, малахит, лампадит, медно-марганцевая смоляная руда; менее распространены—азурит, куприт, ярозит, феррокупрохалькантит, хризоколла, галлуазит, гипс;

местами встречаются повеллит, ферримолибдит, самородная медь, фиброферрит, брошантит, корнунт, кварц, эозит, тенорит, смитсонит, церуссит и каламин.

Минералы зоны вторичного сульфидного обогащения — халькозин, ковеллин и борнит распространены повсеместно, но в небольших количествах.

Минералогия зоны окисления Каджарана детально изучена Н. А. Акопян [1], которая установила и описала лампадит, стильпно-сидерит, кварц, медно-марганцевую смоляную руду, галлуазит, корнунт, феррокупрохалькантит, фиброферрит и ярозит.

В рудах Каджаранского месторождения наблюдаются различные типы текстур и структур, образование которых обусловлено условиями отложения рудного вещества. Наиболее широко развитыми текстурами являются: вкрапленная и жильная; встречаются местами полосчатая, брекчиевидная и друзовая текстуры.

Характерными структурами руд являются: гипидноморфнозернистая, пойкилитовая, разъедания, пересечения, местами эмульсионная и решетчатая. На отдельных участках значительное развитие имеют структуры смятия и дробления.

На Каджаранском месторождении можно выделить следующие главные парагенетические ассоциации минералов: 1. Полевой шпат-кварц-пирит-халькопирит, 2. Кварц-пирит-магнетит-халькопирит, 3. Кварц-молибденит, 4. Кварц-молибденит-халькопирит-борнит, 5. Кварц-анкерит-сфалерит-галенит, 6. Анкерит-кальцит-пирит-галенит, 7. Анкерит-халцедон. В указанных парагенетических ассоциациях минералов встречаются примеси отдельных сульфидов и сульфосолей, которые образуют с главными рудообразующими минералами двух-трех и редко четырехфазные равновесные системы. Например, во второй парагенетической ассоциации характерны следующие бинарные парагенезисы: пирит-молибденит, пирит-халькопирит, магнетит-халькопирит, халькопирит-борнит и трехфазные: пирит-молибденит-халькопирит. В четвертой — бинарные парагенезисы халькопирит-энаргит, халькопирит-висмутин, трехфазные: халькопирит-энаргит-люционит, халькопирит-висмутин-виттихенит и четырехфазные: халькопирит-энаргит-теннантит и сфалерит.

Такое разнообразие парагенетических ассоциаций минералов объясняется изменением физико-химических условий рудоносных растворов во времени. Главным образом это обусловлено изменением режима серы и кислорода в растворах.

Выделенным главным группам парагенетических ассоциаций минералов соответствуют определенные стадии минерализации, характеризующиеся неоднократным возобновлением циркуляции рудоносных растворов, в связи с повторными приоткрываниями трещин.

В результате минералогических исследований и изучения структурных особенностей руд, нами выделяются следующие стадии минерализации в процессе формирования Каджаранского месторождения:

1. Полевой шпат-кварц-сульфидная (пирит, халькопирит) с окислами, 2. Кварц-сульфидная (пирит, халькопирит и др.), 3. Кварц-молибденитовая, 4. Халькопирит-молибденитовая, 5. Кварц-карбонат-сфалерит-галенитовая, 6. Карбонат-сульфидная (пирит, сфалерит, галенит), 7. Карбонат-халцедоновая (безрудная). Среди указанных стадий минерализации наиболее важными являются кварц-молибденитовая и халькопирит-молибденитовая, в течении которых в основном заканчивается процесс формирования Каджаранского месторождения и образуются промышленные медно-молибденовые руды.

## В ы в о д ы

1. Вещественный состав руд Каджаранского месторождения представлен в таких минеральных ассоциациях, которые характерны для медно-молибденового семейства месторождений умеренных и значительных глубин.

До настоящего времени в рудах установлены следующие гипогенные минералы: по ценности и количественному распространению главную роль играют молибденит и халькопирит, второстепенное значение имеют борнит, пирит, энаргит, сфалерит, галенит, магнетит, гематит, теннантит, тетраэдрит, селеномолибденит?, люционит, висмутин. Редко встречаются виттихенит, эмплектит, неизвестный минерал (по видимому сульфосоль меди, сурьмы и олова) самородное золото, ильменит, рутил, аргентит, штернбергит, алтаит, самородный висмут, самородный теллур? и гессит?, в шлихах установлен шеелит. Из жильных минералов очень широко распространен кварц, менее карбонаты; местами развиты полевой шпат и гипогенный (?) гипс.

2. На Каджаранском месторождении довольно четко выделяются две генерации молибденита: а) крупночешуйчатый, блестящий в виде розеток, характеризующийся наиболее высокими содержаниями Re, Se незначительной примесью Cu и только в отдельных пробах присутствием Pb, б) средне-мелкочешуйчатый, матовый, характеризующийся повышенными, а часто высокими концентрациями Cu, Re, Se и постоянным присутствием Pb. В отдельных пробах отмечаются повышенные содержания Bi и Ag.

Халькопирит представлен тремя генерациями, причем отмечается отличие в составе примесей для халькопиритов различных генераций. Халькопирит I генерации характеризуется повышенными содержаниями Mo, Re, Se, Zn, в отдельных пробах W, Ag и присутствием Co, Ni. Халькопирит II—высоким содержанием Ag, повышенными содержаниями Re, Se, Bi, Pb, Zn ииногда Co, Ni и присутствием Te. Халькопирит III—высоким содержанием Zn, повышенными содержаниями Te, Se; Mo, Pb, Ag, Sb, Bi, As и присутствием Re и Ge. Интересно отметить то обстоятельство, что как в молибденитах, так и в халькопиритах с увеличением содержания Re соответственно увеличивается и со-

держания Se. Констатируя этот факт, в настоящее время трудно объяснить с чем связана эта закономерность. Нам кажется, что вопрос заслуживает специального исследования.

Пирит представлен тремя генерациями, причем пирит I генерации характеризуется повышенными содержаниями Co и Cu и присутствием Ni. Пирит II—высоким содержанием Cu (0,2—0,3%) и повышенными содержаниями Mo и Co; пирит III—высокими содержаниями Cu, Pb и повышенными содержаниями Co, Ni, Ag, Bi, As, Zn. Кроме указанных элементов, во всех пиритах установлены повышенные содержания Se, Te и незначительные примеси Mn, Ti, Cr.

3. На основании изучения минералогического состава руд и соотношения минеральных комплексов в рудах Каджарана нами выделяются 7 главных групп парагенетических ассоциаций минералов. В каждой группе отмечаются своеобразные часто бинарные, трехфазные и редко четырехфазные парагенезисы. Выделенным главным группам парагенетических ассоциаций минералов соответствуют определенные стадии минерализации. В связи со стадиями минерализации приводится схема последовательности выделения минералов (табл. 6).

4. Установление в главных минералах руд (молибденит, халькопирит) высоких содержаний Re, Se, Te и присутствие Ge повышает ценность медно-молибденовых руд и представляет не только научный, но также большой практический интерес.

Институт геологических наук  
АН Армянской ССР

Поступила 23.IV.1959.

Գ. Օ. ՓԻԶՅԱՆ

ՔԱԶԱՐԱՆԻ ՊՂԻՆՁ-ՄՈՒԼԻԲԻԵՆԱՅԻՆ ՀԱՆԻԱՎԱՅՐԻ  
ՄԻՆԵՐԱԼՈԳԻԱՅԻ ՀԱՐՑԻ ԱՌԹԻՎ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

1955—59 թվականների ընթացքում հեղինակը Քաջարանի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրում կատարել է մանրակրկիտ միներալա-գեոքիմիական ուսումնասիրություններ և ստացել է մի քանի նոր տվյալներ հանքանյութի միներալոգիայի մասին, որոնք շարադրվում են սույն հոդվածում:

Մինչև այժմ Քաջարանի հանքանյութում հայտնաբերվել են հետևյալ հիպոգեն միներալները՝ մոլիբդենիտ, խալկոպիրիտ, բոռնիտ, պիրիտ, էնարգիտ, սֆալերիտ, գալենիտ, մագնետիտ, հեմատիտ, տենանտիտ, տետրանդրիտ, սելենոմոլիբդենիտ?, լյուցոնիտ, բիսմուտին, վիտիխենիտ, էմպլեկտիտ, անհայտ միներալ (հավանական է պղինձի, ծարիրի և անագի սուլֆոսաղ), բնածին ոսկի, իլմենիտ, ուուտիլ, արգենտիտ, շտերնբերգիտ, ալթաիտ, բնածին բիսմուտ, բնածին թելուր? հեսիտ? և շեելիտ (սխկվածքներում): Երակային միներալներից շատ մեծ տարածում ունի կվարցը, ավելի քիչ կարբոնատները, առանձին տեղամասերում հանդիպում են դաշտային շպատ և գիպս (հիպոգեն?):

Հոդվածում մանրամասն նկարագրված են բոլոր հանքային միներալները իրենց առանձնահատկություններով և փոխհարաբերություններով մյուս

միներալների հետ: Պարզարանված են գլխավոր հանքառաջացնող միներալների յուրահատուկ նշանները, առանձնացվել են նրանց գեներացիաները և հայտնաբերվել են նրանց մեջ ցրված և հազվագյուտ տարրերի բնորոշ, արժեքավոր իզոմորֆ խառնուրդներ: Հեղինակը հանքանյութում հայտնաբերել է՝ իմենիտ, անհայտ միներալ, սելենո-մոլիբդենիտ? և առաջին անգամ տվել է վիտիխենիտի և էմսլեկտիտի նկարագրութունները:

1958 թ. Ա. Ս. Փարամազյանը Քաջարանի բաղամամետաղ հանքանյութում հայտնաբերել է՝ ալթաիտ, բնածին բիսմութ, բնածին թելուր? և հետիտ?:

Քաջարանի հանքավայրում մոլիբդենիտը հանդես է գալիս երկու գեներացիայով՝ ա) խոշոր թեփուկային, ուժեղ փալլով և վարդաման բյուրեղներով, որը բնորոշվում է Re, Se-ի բարձր պարունակութուններով, Cu փոքր խառնուրդով և միայն առանձին նմուշներում Pb առկայությամբ, բ) միջակամանրթեփուկային, ոչ ուժեղ փալլով, որը բնորոշվում է Cu, Re, Se բարձր պարունակութուններով և Pb մշտական առկայությամբ: Առանձին նմուշներում մոլիբդենիտի երկրորդ գեներացիայում հայտնաբերվել են Bi, Ag բարձր պարունակութուններ:

Խալկոպիրիտը հանդես է գալիս երեք գեներացիայով, ըստ որում ամեն մի գեներացիան բնորոշվում է յուրահատուկ տարրերի խառնուրդներով: Խալկոպիրիտի առաջին գեներացիան բնորոշվում է Mo, Re, Se, Zn, առանձին նմուշներում W, Ag պարունակութուններով և Co, Ni առկայությամբ: Երկրորդ գեներացիայի խալկոպիրիտը—Ag բարձր պարունակությամբ, Re, Se, Bi, Pb, Zn որոշ նմուշներում նաև Co, Ni պարունակութուններով և Te առկայությամբ: Երրորդ գեներացիայի խալկոպիրիտը՝ Zn բարձր պարունակությամբ, Te, Se, Mo, Pb, Ag, Sb, Bi, As պարունակությամբ և Re, Ge առկայությամբ: Հետաքրքիր է նշել այն հանգամանքը, որ խալկոպիրիտների և մոլիբդենիտների մեջ Re պարունակության աճի հետ մեկտեղ բարձրանում է նաև Se պարունակութունը: Այժմ դժվար է տալ այդ երևույթի բացատրութունը, այս ուղղությամբ անհրաժեշտ է կատարել հատուկ հետազոտութուններ:

Պիրիտը հանդես է գալիս երեք գեներացիաներով, ըստ որում պիրիտի առաջին գեներացիան բնորոշվում է Co և Cu բարձր պարունակութուններով և Ni առկայությամբ: Պիրիտի երկրորդ գեներացիան՝ Cu բարձր և Mo, Co ոչ մեծ պարունակությամբ: Պիրիտի երրորդ գեներացիան՝ Cu, Pb բարձր և Co, Ni, Ag, Bi, As, Zn ոչ մեծ պարունակությամբ: Բացի վերոհիշյալ տարրերից պիրիտի բոլոր գեներացիաներում հայտնաբերված են Se, Te-ի բարձր պարունակութուններ:

Սֆալերիտը բնորոշվում է Pb, Cu, Ag, Sb, Cd բարձր պարունակութուններով և Bi, In առկայությամբ: Սֆալերիտի առանձին նմուշներում հայտնաբերվել են նաև Mo, Sn աննշան խառնուրդներ:

Գալենիտը բնորոշվում է Cu, Ag, Sb, Bi բարձր պարունակութուններով և Zn, Cd-ի առկայությամբ:

Տարրեր տիպի հանքանյութերի և նրանց մեջ միներալային ադրեգատների հասակային փոխհարաբերութունների ուսումնասիրութունների հիման վրա Քաջարանի հանքանյութերում կարելի է անջատել միներալների պարագենետիկ ասոցումների 7 գլխավոր խմբեր: Ամեն մի խմբում առանձնացվում են յուրահատուկ երկֆազային (բինար), եռֆազային և հազվադեպ չորսֆազային Известия, XIII, 2—4

միներալների պարագենեզիսներ: Վերոհիշյալ պարագենետիկ ասոցումների 7 խմբերին համապատասխանում են միներալաբան հետևյալ ստադիաները՝ 1) դաշտային շպատ-սուլֆիդային (պիրիտ, խալկոպիրիտ), 2) կվարց-սուլֆիդային (պիրիտ, խալկոպիրիտ, մոլիբդենիտ), 3) կվարց-մոլիբդենիտային, 4) խալկոպիրիտ-մոլիբդենային, 5) կվարց-կարբոնատ-սֆալերիտ-գալենիտային, 6) կարբոնատ-սուլֆիդային (պիրիտ, գալենիտ), կարբոնատ-խալցեդոնային (ոչ հանքալին): հողվածում միներալաբան ստադիաների հետ կապակցված տրվում է միներալների առաջացման հաջորդականությունը (աղյուսակ 6):

Քաջարանի գլխավոր հանքառաջացող միներալներում՝ մոլիբդենիտում և խալկոպիրիտում Re, Se, Te, բարձր պարունակությունները և Ge-ի առկայությունը, բարձրացնում են պղինձ-մոլիբդենային հանքանյութի արժեքը և ներկայացնում են ոչ միայն տեսական հետաքրքրություն այլև մեծ գործնական նշանակություն:

### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Акопян Н. А. К минералогии зоны окисления медно-молибденовых месторождений Армении. Изв. АН АрмССР, серия геолог. и географ., т. X, № 1, 1957.
2. Бетехтин А. Г. Гидротермальные растворы, их природа и процессы рудообразования. В книге „Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях“. М., 1955.
3. Волинский И. С. Определение рудных минералов под микроскопом. Том 3, 1949.
4. Деррикс и Ваес. Месторождение урана Шинколобве. В книге „Мирное использование атомной энергии“. Материалы международной конференции в Женеве, август, 1955, том, 6, стр. 111—149.
5. Замятин П. М. и Чирков И. Н. Пирдоуданское медно-молибденовое месторождение в ССР Армении. Цветные металлы, № 1, 1937.
6. Магакьян И. Г. Главные промышленные семейства и типы руд. Зап., ВМО, № 4, 1950.
7. Мовсесян С. А. Пирдоуданское медно-молибденовое месторождение. Изд. Армянского филиала АН СССР, 1941.
8. Мкртчян С. С. Пирдоуданское медно-молибденовое месторождение. Изв. АН АрмССР, № 1—2, 1944.
9. Фарамазян А. С. К минералогии полиметаллических руд Каджаранского медно-молибденового месторождения. Изв. АН АрмССР, сер. геолог. и географ., т. XI, № 6, 1958.

ԳՐՈՒՆՑՆԵՐԻ ՄԵԼԵՍՆԵՐԻ

ԳԵՈՐԴ ՏԵՐ-ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ

ԳՐՈՒՆՏՆԵՐԻ ՖԻԼՏՐԱՅԻՆԱՅԻ ԳՈՐԾԱԿԻԳԻ ՈՐՈՇՄԱՆ ՆՈՄՈԳՐԱՄԸ

Կալիալին գրունտների  $k$  ֆիլտրացիայի գործակցի որոշման համար հեղինակի կողմից առաջարկված էր բանաձևի հետևյալ ընդհանուր ձևը (2)

$$k = 2,3 \frac{f}{F} h \frac{1+\varepsilon}{1+\varepsilon_0} \frac{u}{t} \lg \frac{H_1}{H_2} \quad (1)$$

որտեղ  $f$ —պլեզոմետրի, իսկ  $F$ —գրունտի նմուշի հատվածքի հատվածն է,  $t$ —այն ժամանակն է, որի ընթացքում ջրի մակերեսը պլեզոմետրում իջնում է  $H_1$ -ից մինչև  $H_2$ -ը,  $h$ —գրունտի շերտի լրիվ բարձրությունն է,  $\varepsilon$  գրունտի ծակոտկենությունից գործակիցն է, ֆիլտրացիոն փորձի ընթացքում,  $\varepsilon_0$  գրունտի ծակոտկենությունից սկզբնական գործակիցն է և  $u$  ջերմաստիճանների ճշտող գործակիցն է:

Այդ արտահայտությունը իրենից ներկայացնում է ֆիլտրացիայի գործակցի հաշվման ընդհանուր բանաձև, քանի որ նա թույլ է տալիս հաշվելու ֆիլտրացիայի տարբեր գործակիցներ, այն է՝

ա) ֆիլտրացիայի  $k_0$  վերածված գործակիցը, ընդունելով  $\varepsilon = 0$ :

բ) ֆիլտրացիայի  $k$  լրիվ գործակիցն, առանց նախապես խտացման փորձարկելու դեպքում, ընդունելով  $\varepsilon = \varepsilon_0$  և

գ) ֆիլտրացիայի  $k_1$  լրիվ գործակիցը, նախապես խտացնելուց հետո փորձարկելու դեպքում, ընդունելով  $\varepsilon = \varepsilon_1$ , որտեղ  $\varepsilon_1$ —գրունտի ծակոտկենությունից գործակիցն է խտացումից հետո:

Գրաֆիկ եղանակով ֆիլտրացիայի գործակցի որոշման համար կարող է օգտագործվել ստորև նկարագրվող նոմոգրամը, որը կազմված է հավասարեցրած կետերով բազմաթիվ փոփոխական ֆունկցիայի համար և պատկանում է կենտրոնացրած, մասամբ միաձուլվող վերածված թվատախտակներով շղթայավոր նոմոգրամների տիպին: Այս եղանակի տեսական հիմունքները շարադրված են հեղինակի մի այլ աշխատանքում [3]:

Նոմոգրամը կազմված է (1) հավասարումը լուծելու համար: Նոմոգրամը կառուցելիս ընդունված է, որ տվյալները կարող են փոփոխվել հետևյալ սահմաններում՝ պլեզոմետրի խողովակի հատվածքի մակերեսը— $f$  0,9-ից մինչև 1,4 քառ. սմ., գրունտի նմուշի հատվածքի մակերեսը— $F$  28-ից մինչև 48 քառ. սմ., համապատասխան այն սահմաններին, որոնց միջև կարող է փոփոխվել գրունտի նմուշի տրամագիծը տարբեր սպասքներում՝ 6-ից մինչև 7,5 սմ:

Նմուշի  $h$  բարձրությունը տատանվում է 0,9 և 2,0 սմ միջև: Գրունտի ծակոտկենությունից գործակիցը ֆիլտրացիայի փորձարկման դեպքում կարող է փոփոխվել 0,5 և 1,6 միջև, քանի որ նոմոգրամը պետք է ծառայի նաև

Ֆիլտրացիայի վերածված գործակիցը որոշելու համար, ապա այդ գործակիցի ստորին սահմանը ընդունվում է զերոյին հավասար:

Գրունտի ծակոտկենությունը սկզբնական գործակիցը— $\epsilon_0$  տատանվում է 0,5 և 1,6 միջև: Փորձարկման ջերմաստիճանը  $4^\circ\text{C}$ -ից մինչև  $30^\circ\text{C}$ , ջրի մածուցիկության փոփոխումը արտահայտող ջերմության ճշտման մեծությունը— $\alpha$  կարող է փոխվել 0,618 և 1,20 միջև:

Պլեզոմետրի հաշվեցույցներին համապատասխանող է ժամանակամիջոցը կարող է տևել մեկ րոպեից մինչև մեկ օր: Ժամանակամիջոցի սկզբում և վերջում պլեզոմետրում ջրի ճնշումների հարաբերությունը  $H_1/H_2$  տատանվում է 1,06 և 2,0 միջև: Արդյունքը՝ գրունտի ֆիլտրացիայի գործակիցի— $k$  թվատախտակը ընդգրկում է նրա բոլոր արժեքները՝  $2,7 \cdot 10^{-5}$  սմ/վրկ. մինչև  $2,4 \cdot 10^{-3}$  սմ/վրկ.:

Փորձի ընթացքի և արդյունքների հաշվումների գրանցումն ըստ տվյալ նոմոգրամի կատարվում է մատչանում, որի ձևը տրվում է ստորև բերվող Ա 1 աղյուսակում:

Աղյուսակ 1

ՄԱՏՅԱՆ

Ա գրունտի ֆիլտրացիայի գործակիցի որոշման  
Փորձի ժամանակը . . . սկիզբը . . . . . վերջը . . . . .  
կոմֆիլմետր Ա . . . . . պլեզոմետր Ա . . . . .  
Ընդհանուր տվյալներ՝ օղակի մակերեսը— $F$  . . . քառ. սմ  
Օղակի բարձրութ.  $h$  . . . սմ օղակի ծավալը  $V$  . . . խ. սմ օղակի կշիռը  $G$ . . . գ  
Խողովակի մակերեսը  $f$  . . . քառ. սմ. Ուղղաձիգ ճնշումը  $p$  . . . կգ/սմ<sup>2</sup>  
Ծակոտկենության սկզբնական գործակիցը  $\epsilon_0$  . . . . .

Ամսաթիվը	Ժամերը	Րոպեները	Վայրկյանները	Ճնշումը կգ/սմ <sup>2</sup>	Ծակոտկենության գործակիցը	Պլեզոմետրի ցուցմունքը սմ	Ջերմաստիճանը	Ժամանակի միջակայքը վայրկ.	Ֆիլտրացիայի գործ. սմ/վ.	Միջին ֆիլտրացիայի գործ. սմ/վ.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
										Անալիտիկ

Նոմոգրամը բաղկացած է՝ փորձի պայմանները և տվյալները բնորոշող ութ թվատախտակներից, որոնք ունեն աստիճանավորումներ: Այս թվատախտակները վերևի կողմից նշանակված են  $f$ ,  $F$ ,  $\epsilon_0$ ,  $h$ ,  $T$ ,  $H_1/H_2$ , և  $t$  սիմվոլներով: Այնուհետև աստիճանավորումներով մի թվատախտակից՝ արդյունքի համար, այսինքն ֆիլտրացիայի  $k$  գործակիցի համար, որը նշված է թվատախտակի տակ և վերջապես թվատախտակներից, որոնց տակ գրված են հստակական  $|$  մինչև  $|V|$  թվանշաններ: Համը թվատախտակները ծառայում են աստիճանավորումներ ունեցող մի թվատախտակից մյուսին անցնելու համար: Միաձուլված կոշիկով մի քանի թվատախտակների օգտագործվում են կրկնակի՝ ինչպես բաժանմունքներով թվատախտակներ և ինչպես համը թվատախտակներ: Այդ իսկ պատճառով միաձուլված թվատախտակներն ունեն երկուական նշանակումներ՝ վերևից և ներքևից: Այդպիսի թվատախտակներ նոմոգրամում չորսն են՝  $F$  և  $II$ ,  $\epsilon_0$  և  $IV$ ,  $h$  և  $V$ ,  $\epsilon$  և  $V|$ : Մնացած երկու համը թվատախտակները ինքնուրույն են: Նոմոգրամը կազմված է ընդամենը 11 թվատախտակից:

Նոմոգրամում թվատախտակների դասավորման կարգը ճշտությամբ համապատասխանում է այն կարգին, ըստ որի այդ թվատախտակները պետք է օգտագործվեն ինչպիսիք գրաֆիկորեն լուծելու համար, սակայն այն տարրերում է ֆիլտրացիայի գործակցի (1) քանաձևում փոփոխականների նշված կարգից: Այդ կատարված է դիտավորյալ և հետապնդում է հետևյալ նպատակը:

Սովորաբար գրունտի նույն նմուշը ֆիլտրացիայի համար փորձարկվում է տարբեր ճնշումների ներքո. դա մասնավորապես կիրառվում է գրունտների կոմպրեսիոն և ֆիլտրացիոն հատկութունների կոմպինացված որոշումների ղեկավարում: Այդ ժամանակ ճնշման յուրաքանչյուր աստիճանի համար վերցվում է չորսից մինչև վեցը հաշվեցուլցներ, որը հնարավորություն է տալիս ֆիլտրացիայի գործակցի 3-ից մինչև 5-ը կրկնվող որոշումներ կատարելու: Ուստի և փորձի արդյունքները մշակելու ղեկավարում օգտագործվող տվյալները կարող են բաժանվել հետևյալ երեք խմբերի՝

1. Սպասքների (կոմֆիլմետրի և պլեդոմետրի) չափերը բնորոշող տվյալները և գրունտի նմուշի սկզբնական չափերը. սրանց են վերաբերվում գրունտի նմուշի հատվածքի  $F$  մակերեսը, պլեդոմետրի խողովակի հատվածքի  $f$  մակերեսը, գրունտի շերտի  $h$  բարձրությունը և գրունտի ծակոտկենությունից սկզբնական  $\varepsilon_0$  գործակիցը: Այս մեծությունները, գրունտի տվյալ նմուշի ֆիլտրացիայի փորձերի համար մնում են անփոփոխ:

2. Ֆիլտրացիայի փորձարկման ղեկավարում գրունտի վիճակը բնորոշող մեծությունները՝ ծակոտկենությունից գործակիցը  $\varepsilon$ : Այս գործակիցը ճնշումների տարբեր աստիճանների համար տարբեր է, սակայն չի փոխվում տվյալ անփոփոխ ճնշման տակ կատարվող բոլոր փորձերի համար:

3. Ծնշման յուրաքանչյուր աստիճանի համար փորձի զանազան էտապները բնորոշող տվյալները՝ ջրի ջերմաստիճանը  $T^\circ$ , ճնշումների հարաբերությունը  $H_1/H_2$  և  $t$  ժամանակը, որի ընթացքում պլեդոմետրիկ ճնշումը  $H_1$ -ից նվազում է մինչև  $H_2$ : Այս տվյալները տարբեր են ճնշման ինչպես տարբեր աստիճանների, այնպես էլ փորձարկումների տարբեր էտապների համար, որոնք կատարվում են ճնշման անփոփոխ մեծությունից ղեկավարում:

Այդ պատճառով էլ փորձերի տվյալները մշակելիս նոմոգրամը, նրա առավել հարմարություն համար, բաժանվում է երեք մասի. ձախ մասում տեղավորված են փորձերի տվյալների առաջին, միջին մասում՝ երկրորդ և աջ մասում՝ երրորդ խմբերին վերաբերող տվյալների թվատախտակները:

Նոմոգրամից օգտվելու ղեկավարում նրա ձախ մասում տարվում են լուծող ուղղիչներ և համապատասխան III թվատախտակի վրա որոշվում է փարոսային  $R$  կետը, որը գումարում է առաջին խմբի տվյալների արդյունքը:

Այնուհետև նոմոգրամի միջին մասում, տարվում է լուծող ուղղիչ և համապատասխան IV թվատախտակի վրա որոշվում է առաջին երկու խմբերի փորձի տվյալների համատեղ ազդեցությունը բնորոշող  $S_1$  փարոսային կետը առաջին աստիճանի ուղղաձիգ ճնշման համար: Այդ ղեկավարում բոլոր գործողությունները համակենտրոնանում են նոմոգրամի աջ մասում:  $S_1$  փարոսային կետը հանդիսանում է ճնշման առաջին աստիճանի ղեկավարվող բոլոր փորձերի համար ֆիլտրացիայի գործակիցը հաշվելու ելակետ: Այն բանից հետո, երբ այդ խմբի փորձի տվյալների արդյունքները մշակված կլինեն, այդ նույն  $R$  փարոսային կետից ղեկի ծակոտկենությունից գործակցի  $\varepsilon$  թվատախտակը կտարվի լուծող ուղղիչը և համար IV թվատախտակի վրա

կորոշվի երկրորդ  $S_2$  փարոսալին կետը, որը գումարում է առաջին երկու խմբերի տվյալներն արդեն ուղղաձիգ ճնշման երկրորդ աստիճանի համար: Այն բանից հետո, երբ այդ ճնշման աստիճանի վերաբերող փորձի տվյալները կմշակվեն, կարելի կլինի նույն կերպ անցնել հաջորդ աստիճաններին:

Որպեսզի լուծող ուղիղներն անցկացնելիս չշփոթվել, հարկավոր է ղեկավարվել հետևյալ կանոնով: Լուծող ուղիղները չուրաքանչյուր անգամ անց են կացվում հետևյալ երկու կետերով՝ ձախ կետով, որը վերցվում է համր թվատախտակի վրա (թվատախտակների գծի տակ նշանակված են հոմեակական թվանշաններով), և աջ կետով, որը վերցվում է փորձի տվյալների բաժանմունքներով թվատախտակի վրա (թվատախտակների գծի վերևից նշանակված է տառով), իսկ պատասխան կետը ստացվում է համր թվատախտակի վրա (թվատախտակների գծի տակ նշանակված են հոմեակական թվանշաններով): Բացառություներ է արվում միայն լուծող առաջին ուղղի համար, որը անց է կացվում փորձի տվյալներին համապատասխանող երկու կետերից: Այսպիսով լուծող ուղիղները անց են կացվում՝

f-ով (նշված է վերևում) և F-ով (նշված է վերևում), հատվում է I-ի վրա (նշված է ներքևում)։

I-ով (ներքևում) և  $\varepsilon_0$ -ով (վերևում), հատվում է II վրա (ներքևում)։

II-ով (ներքևում) և h-ով (վերևում), հատվում է III վրա (ներքևում)։

III-ով (ներքևում) և  $\varepsilon$ -ով (վերևում), հատվում է IV վրա (ներքևում)։

IV-ով (ներքևում) և T-ով (վերևում), հատվում է V վրա (ներքևում)։

V-ով (ներքևում) և  $H_1/H_2$ -ով (վերևում), հատվում է VI վրա (ներքևում) և t-ով (վերևում), հատվում է k վրա (ներքևում)։

VI-ով (ներքևում)

III և IV թվատախտակների նշանակումները վերցված են շրջանակների մեջ նրա համար, որպեսզի ցույց տալ, որ փարոսալին կետերը ստացվում են այդ թվատախտակների վրա: Նոմոգրամի վրա կողքից պատկերված է լուծման ընթացքը ցույց տվող բանալին:

Գրաֆիկ լուծման արդյունքները գրվում են № 1 աղյուսակում (11 սյունակ), իսկ ճնշման չուրաքանչյուր աստիճանի համար միջին նշանակությունները գրվում են այդ աղյուսակի հաջորդ՝ 12 սյունակում:

Հայկական ՍՍՌ ԳԱ երկրաբանական  
գիտությունների ինստիտուտ

Ընդունված է 6.VI.1959.

Г. И. ТЕР-СТЕПАНЯН

## НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ФИЛЬТРАЦИИ ГРУНТОВ

## Резюме

Для определения коэффициента фильтрации грунта автором дается общая формула в следующем виде [2]:

$$k = 2,3 \frac{f}{F} h \frac{1 + \varepsilon}{1 + \varepsilon_0} \frac{u}{t} \lg \frac{H_1}{H_2} \quad (1)$$

где  $t$  — площадь сечения трубки пьезометра, кв. см,

$F$  — площадь поперечного сечения образца грунта, кв. см,

$h$  — высота слоя грунта, см,

$\varepsilon$  — коэффициент пористости грунта при испытании на фильтрацию,

$\varepsilon_0$  — коэффициент пористости грунта в начале опыта,

$u$  — температурная поправка на изменение вязкости воды,

$t$  — интервал времени, в течении которого напор воды в пьезометре изменяется от  $H_1$  до  $H_2$ , сек.

Приведенная формула коэффициента фильтрации является общей, так как она позволяет вычислять различные коэффициенты, а именно:

1. Приведенный коэффициент фильтрации  $k_0$ , т. е. скорость просачивания воды через образец грунта при высоте слоя воды над ним, равным приведенной высоте слоя грунта, при температуре  $10^\circ\text{C}$ ; этот коэффициент получается, положив в формуле  $\varepsilon = 0$ .

2. Полный коэффициент фильтрации  $k$ , т. е. скорость просачивания воды через образец грунта при высоте слоя воды над образцом, равным полной высоте слоя грунта, при той же температуре  $10^\circ\text{C}$ ; этот коэффициент может быть определен для случая, когда грунт был испытан без предварительного уплотнения; тогда следует положить  $\varepsilon = \varepsilon_0$ .

3. Полный коэффициент фильтрации  $k_1$ , определенный для случая, когда грунт предварительно подвергся уплотнению; в этом случае следует принять  $\varepsilon = \varepsilon_1$ , где  $\varepsilon_1$  — коэффициент пористости грунта после уплотнения.

Для графического определения коэффициента фильтрации служит прилагаемая номограмма. Она является номограммой из выравненных точек с параллельными шкалами для функции многих переменных и относится к типу цепных номограмм с центрированными, частично-слившимися приведенными шкалами [3]. При составлении номограммы принято, что переменные могут изменяться в следующих пределах: площадь сечения трубки пьезометра  $f$  — от 0,9 до 1,5 кв. см; площадь сечения образца грунта  $F$  — от 28 до 48 кв. см (что соответствует пределам от 6 до 7,5 см, между которыми может изменяться диаметр образцов грунта в различных приборах); высота образ-

ца грунта  $h$  колеблется между 0,9 и 2,0 см; коэффициент пористости грунта при испытании  $\varepsilon$  может изменяться между 0,5 и 1,6; так как номограмма должна служить также и для определения приведенного коэффициента фильтрации, то нижний предел коэффициента пористости  $\varepsilon$  принят равным нулю; начальный коэффициент пористости  $\varepsilon_0$  колеблется между 0,5 и 1,6.

Температура воды  $T^\circ$  может изменяться между  $4^\circ\text{C}$  и  $30^\circ\text{C}$ , соответственно температурная поправка  $u$  колеблется между 0,618 и 1,20. Промежуток времени  $t$  между отсчетами по пьезометру может составлять от 1 минуты до 1 суток.

Отношение напоров воды в пьезометре в начале и в конце интервала времени  $H_1/H_2$  изменяется между 1,06 и 2; шкала для результата — коэффициента фильтрации  $k$  должна охватывать все его значения между  $2,7 \times 10^{-9}$  см сек $^{-1}$  до  $2,4 \times 10^{-3}$  см сек $^{-1}$ .

Номограмма состоит из следующих шкал: восьми градуированных шкал для переменных, характеризующих условия и данные опыта; эти шкалы помечены символами  $f$ ,  $F$ ,  $\varepsilon_0$ ,  $h$ ,  $\varepsilon$ ,  $T$ ,  $H$  и  $t$  надписанными *над* шкалами; далее одной градуированной шкалы для результата, т. е. для коэффициента фильтрации  $k$ , подписанной *под* шкалой, и наконец шести немых шкал, обозначенных римскими цифрами I до VI, подписанными *под* шкалами; немые шкалы служат для перехода от одной градуированной шкалы к другой. Некоторые из шкал, называемые слившимися, используются дважды, как градуированные шкалы для данных опыта и как немые шкалы для промежуточных построений. Эти шкалы имеют два обозначения — сверху и внизу; таких шкал на номограмме четыре, а именно:  $F$  и II;  $\varepsilon_0$  и IV;  $h$  и V;  $\varepsilon$  и VI. Остальные две немые шкалы (I и III) самостоятельные. Всего на номограмме 11 шкал.

Порядок, в котором расположены шкалы на номограмме в точности отвечает тому порядку, в котором должны быть использованы эти шкалы при графическом решении задачи: однако он отличается от того порядка, в котором написаны переменные в формуле коэффициента фильтрации (1). Это сделано умышленно и преследует следующую цель.

Обычно один и тот же образец грунта испытывается на фильтрацию под различными нагрузками; это в частности нередко применяется при комбинированных определениях компрессионных и фильтрационных свойств грунтов. В этом случае при каждой ступени нагрузки делается несколько отсчетов (от 4 до 6), что позволяет сделать от 3 до 5 повторных определений коэффициента фильтрации для данной ступени нагрузки.

Поэтому данные, используемые при обработке результатов опыта могут быть подразделены на следующие три группы:

1. Данные, характеризующие размеры приборов (комфильметра и пьезометра) и начальные измерения образца грунта; сюда относятся: площадь сечения образца грунта  $F$ , площадь трубки пьезометра  $f$ ,

высота слоя грунта  $h$  и начальный коэффициент пористости грунта  $\varepsilon_0$ . Эти величины являются неизменными для всех опытов на фильтрацию с данным образцом грунта:

2. Данные, характеризующие состояние грунта во время испытания на фильтрацию—коэффициент пористости  $\varepsilon$ . Этот коэффициент различен для разных ступеней давления, но постоянен для всех опытов, приведенных при неизменной величине давления.

3. Данные, характеризующие различные этапы опыта для каждой ступени давления; сюда относятся: температура воды  $T$ , отношение напоров  $H_1/H_2$  и время  $t$ , в течение которого напор уменьшается от  $H_1$  до  $H_2$ . Эти данные различны как для разных ступеней давления, так и для разных этапов испытания, проведенных при неизменной величине давления.

Поэтому, для большего удобства обработки результатов опыта, номограмма разделена на три части: в левой части размещены шкалы, относящиеся к первой серии данных опыта, в средней части—ко второй и в правой части—шкалы, относящиеся к третьей серии данных. При пользовании номограммой вначале проводятся разрешающие прямые в левой ее части и на соответствующей шкале III определяется маячная точка  $R$ , которая суммирует значения величин первой серии данных. Затем проводится разрешающая прямая в средней части номограммы и на соответствующей шкале IV определяется маячная точка  $S_1$ , характеризующая суммарное действие первых двух серий опытных данных для первой ступени вертикального давления.

Тогда все действия сосредотачиваются в правой части номограммы. Маячная точка  $S_1$  является исходным пунктом для вычисления коэффициента фильтрации для всех опытов, проведенных при первой ступени давления. После того как будут обработаны результаты этой серии данных опыта, от той же маячной точки  $R$  проводится разрешающая прямая к шкале коэффициента пористости  $\varepsilon$ , и на вспомогательной шкале IV определяется вторая маячная точка  $S_2$ , суммирующая действие первых двух серий опытных данных, уже для второй ступени вертикального давления. После того как будут обработаны опытные данные, относящиеся к этой ступени давления, можно перейти таким же образом и к следующим ступеням.

Для того, чтобы не сбиться при проведении разрешающих прямых, следует руководствоваться следующим правилом:

Разрешающие прямые проводятся каждый раз через следующие две точки: левая точка берется на вспомогательной шкале (обозначена римской цифрой *под* линией шкалы), правая точка берется на шкале опытных данных (обозначена буквой *над* линией шкалы), а новая точка отсекается на вспомогательной шкале (обозначена римской цифрой *под* линией шкалы). Исключение делает только для первой разрешающей прямой, которая проводится через две точки, отвечающие опытным данным. Итак, разрешающие прямые проводятся:

через  $f$  (вверху) и  $F$  (вверху), отсекается на I (внизу);  
 через I (внизу) и  $\varepsilon_0$  (вверху), отсекается на II (внизу);  
 через II (внизу) и  $h$  (вверху), отсекается на III (внизу);  
 через III (внизу) и  $\varepsilon$  (вверху), отсекается на IV (внизу);  
 через IV (внизу) и  $T^\circ$  (вверху), отсекается на V (внизу);  
 через V (внизу) и  $H_1/H_2$  (вверху), отсекается на VI (внизу);  
 через VI (внизу) и  $t$  (вверху), отсекается на  $\kappa$  (внизу).

Обозначение шкал III и IV взяты в кружки для того, чтобы показать, что маячные точки отсекаются на этих шкалах. На номограмме сбоку изображен ключ, показывающий ход решения.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Тер-Степанян Г. И. Комфильметр—прибор для компрессионных и фильтрационных испытаний грунтов. Изв. АН АрмССР, физ. мат. естеств. и техн. н., 9 (4): 3—11, 1956.
2. Тер-Степанян Г. И., К вопросу о фильтрационных испытаниях глинистых грунтов. Доклады АН АрмССР, 20 (5): 185—192, 1955.
3. Тер-Степанян Г. И. Об одном общем свойстве номограмм с параллельными шкалами для функции многих переменных. Доклады АН АрмССР, 12 (1): 3—8, 1950.



Բ Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ի Թ Յ Ո Ի Ն

Էջ

**Պալեոնոլոգիա**

Սահակյան-Իյոզայան Ն. Ա. ՍՍՌՄ հարավային ժամի երրորդական նստվածքների Bolivina զոնայի ուսումնասիրության հարցի շուրջը . . . . .	3
---	---

**Միներալոգիա**

Մելիքսեբյան Բ. Մ. Մեղրիի պլուտոնի ակցեսոր միներալները . . . . .	9
Փիջյան Գ. Ն. Քաջարանի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրի միներալոգիայի հարցի առթիվ . . . . .	31

**Գրունտների մեխանիկա**

Տեր-Ստեփանյան Գեորգ. Գրունտների ֆիլտրացիայի գործակցի որոշման նոմոգրամը . . . . .	51
--	----

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

**Палеонтология**

Саакян-Гезалян Н. А. К вопросу изучения зоны Bolivina в третичных отложениях юга СССР . . . . .	3
---	---

**Минералогия**

Меликсетян Б. М. Акцессорные минералы в породах Мегринского плутона . . . . .	9
Пиджян Г. О. К минералогии руд Каджаранского медно-молибденового месторождения . . . . .	31

**Механика грунтов**

Тер-Степанян Г. И. Номограмма для определения коэффициента фильтрации грунтов . . . . .	51
---	----