

К ГЕОЛОГИИ СЕРНОКОЛЧЕДАНЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
ЧИРАГИДЗОР-ТОГНАЛИНСКОЙ  
ГРУППЫ

212

R Bx. W138c  
28/8-557.

Прилож. к иску  
АН Азерб. ССР  
0476e  
5

*Печатается по постановлению  
Редакционно-издательского совета  
Академии наук Азербайджанской ССР*

АЗƏРБАЙҘАН ССР ЭЛМЛƏР АКАДЕМИЯСЫ

И. М. ГУБКИН адына КЕОЛОКИЯ ИНСТИТУТУ

---

ЧИРАКИДЗОР-ТОҒАНАЛЫ ГРУПНУН  
КУКУРД КОЛЧЕДАНЫ  
ЯТАГЛАРЫНЫН КЕОЛОКИЯСЫНА ДАИР

АЗƏРБАЙҘАН ССР ЭЛМЛƏР АКАДЕМИЯСЫ НƏШРИЙЯТЫ.

Бакы—1955

АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР  
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ им. И. М. ГУБКИНА

533.661

СЕКРЕТНО

Экз. №

172

К ГЕОЛОГИИ СЕРНОКОЛЧЕДАНЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
ЧИРАГИДЗОР-ТОГНАЛИНСКОЙ ГРУППЫ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР  
Баку — 1955



Редактор  
Г. И. КЕРИМОВ

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В условиях Азербайджана, где основными потребителями серной кислоты являются бурно развивающиеся нефтяная и химическая промышленность, проблема серного колчедана весьма актуальна.

Кроме нефтеперерабатывающей промышленности, являющейся основным потребителем серной кислоты, в республике уже появились новые отрасли химического производства (завод синтетического каучука и др.), которые потребуют нескольких десятков тысяч тонн серной кислоты в год. Серная кислота может быть получена из различных видов сырья (серы, гипса, кислого гудрона, алунизированных пород и т. д.), однако серный колчедан в настоящее время играет главную роль в этой отрасли химической промышленности. Именно поэтому Министерство геологии и охраны недр СССР за последние годы усилило геолого-поисковые и геолого-разведочные работы на серный колчедан, в особенности в районе Чирагидзор-Тоганалинской группы месторождений.

В течение ряда лет Институт геологии им. И. М. Губкина Академии наук Азербайджанской ССР направлял свои экспедиции в названные районы с целью проведения научно-исследовательских работ и оказания практической помощи геолого-разведочным партиям.

Эти исследования показали, что проявления серного колчедана в районах, тяготеющих к месторождениям Чирагидзор и Тоганалы, наблюдаются на площади свыше 30 км<sup>2</sup>.

В настоящее время по степени изученности наиболее перспективными являются три месторождения—Чирагидзорское, Тоганалинское и Кедабекское. Ряд месторождений находится в стадии разведки.

По подсчитанным запасам наиболее крупным является Тоганалинское месторождение, где запасы по категории  $A_2 + B + C$  превышают 5 млн. т руды со средним содержанием серы в 22%.

Чирагидзорское месторождение разрабатывается давно. Его подсчитанные запасы в основном исчерпаны и по состоянию на 1/1 1953 г. выражаются по категориям  $A_2 + B$  в 120.000 т руды с содержанием 38% серы. Однако запасы этого месторождения могут быть увеличены дальнейшими геолого-разведочными работами.

Кедабекское месторождение, ранее разрабатывавшееся в верхней части как медное, в настоящее время является серноколчеданным. Его подсчитанные запасы—около 150.000 т руды со средним содержанием серы в 36%.

Таким образом, Тоганалинское месторождение по подсчитанным запасам является наиболее крупным, хотя руды его являются сравни-

тельно убогими. Установление возможности обогащения и использования бедных серноколчеданных руд, содержащих около 15—25% серы, повышает промышленную ценность Тоганалинского месторождения.

Благодаря непосредственной близости Чирагидзорского рудника, расположенного на шоссе на дороге, Тонагалинское месторождение находится в довольно выгодных геолого-экономических условиях.

Надо думать, что усовершенствование методов обогащения, в частности применение кислорода или обогащенного кислородом воздуха, сделает возможным использование еще более бедных колчеданных руд (с содержанием серы ниже 15%). Разработанный в Советском Союзе метод получения дешевого кислорода раскрывает широкие перспективы в этом отношении.

Предлагаемая вниманию читателей монография обобщает материалы комплексного изучения основных серноколчеданных месторождений республики. Она составлена на основании произведенных Институтом геологии АН Азербайджанской ССР длительных научно-исследовательских работ, многочисленных геолого-разведочных, геофизических и других исследований, произведенных различными производственными и научно-исследовательскими организациями («Азгеологуправлением», Чирагидзорским рудоуправлением, «Азтехбаритом» и др.).

В монографию включены три работы:

1. Ш. А. Азизбекова и Н. В. Пашалы — «Чирагидзорское месторождение серного колчедана».

2. М.-А. Кашкай — «Тоганалинское месторождение серного колчедана».

3. Г. Х. Эфендиева — «Минералого-геохимический очерк серноколчеданной формации северо-восточных склонов Малого Кавказа».

Систематическое изучение серноколчеданных ресурсов республики начато лишь после установления Советской власти в Азербайджане. За этот период накопился громадный, весьма ценный, однако зачастую разноречивый фактический материал, что приводит геологов к противоположным точкам зрения на некоторые важные вопросы. Последнее обстоятельство нередко влияет на выбор направления геолого-поисковых и геолого-разведочных работ. Выход в свет обобщающей монографии представляет поэтому не только теоретический, но и практический интерес.

Современное состояние наших знаний в этой области настоятельно требует перехода от мелких разрозненных работ к сводным обобщающим, монографическим трудам. И с этой точки зрения настоящая работа, безусловно, сыграет положительную роль, являясь первой монографией по одному из важнейших для народного хозяйства полезных ископаемых — серному колчедану.

Однако следует указать, что работа эта не лишена некоторых недочетов. Наиболее существенными из них являются следующие.

Чирагидзорское и Тоганалинское месторождения серного колчедана, непосредственно граничащие между собой и характеризующиеся общностью геолого-тектонических черт, описываются Ш. А. Азизбековым и М.-А. Кашкай по-разному, благодаря чему у незнакомого с этим районом читателя создается впечатление, что речь идет о двух различных геологических регионах.

Рудовмещающие кварц-порфиры, относящиеся к одному и тому же стратиграфическому горизонту, датируются авторами по-разному.

Противоположных взглядов авторы придерживаются также на тектонические особенности описываемого района, в особенности на трещинную тектонику. Если Ш. А. Азизбеков генетически связывает ору-

денение с дорудными разломами, то М.-А. Кашкай считает эти разломы послерудными, подчеркивая связь оруденения колчеданных руд с собственной тектоникой кварцевых порфиров.

С различных позиций дается ими петрографическая характеристика слагающих район пород.

Рудовмещающие породы Ш. А. Азизбековым именуются кварцевыми плагиопорфирами, а М.-А. Кашкай—кварц-порфирами.

Противоположного взгляда придерживаются авторы также на генезис месторождений.

Если первый из них оруденение генетически связывает с Бахшидзорской интрузией, то второй связывает его с субвулканической фазой кварц-порфиров.

М.-А. Кашкай на основании региональных исследований колчеданных руд Малого Кавказа отмечает стратиграфическую приуроченность их к кварцевым порфирам. Он считает подобные оруденения специфической особенностью кислой магмы. Говоря о рудной специализации магмы кварцевых порфиров, он отмечает, что колчеданные оруденения Чирагидзор-Тоганалинского типа характерны для Малого Кавказа, в особенности для его северо-восточных склонов.

Авторы придерживаются взаимоисключающих мнений относительно покровных пород.

Следует отметить, что расхождение точек зрения авторов на генезис месторождения и некоторые другие вопросы можно считать допустимым. Окончательное разрешение этих весьма важных вопросов требует дальнейших исследований геологов. Однако многие разногласия авторов (в отношении стратиграфии, тектоники и петрографии рудовмещающих и покрывающих пород) нельзя признать нормальными. Эти противоречия при соответствующей увязке легко могли быть устранены.

В работе Г. Х. Эфендиева дается подробная минералого-геохимическая характеристика серноколчеданной формации, представляющая значительный интерес.

Все три работы богато иллюстрированы графическими материалами, дающими полное представление о геолого-тектонических, петрографических и рудогенетических особенностях описываемых месторождений и структурно-минералогическом характере руд.

*Г. И. КЕРИМОВ*

Ш. А. АЗИЗБЕКОВ и Н. В. ПАШАЛЫ

## ЧИРАГИДЗОРСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ СЕРНОГО КОЛЧЕДАНА

### Введение

Серный колчедан представляет практический интерес для нефтеперерабатывающей промышленности как сырье для получения серной кислоты.

В связи с этим в тематический план Института геологии им. акад. И. М. Губкина Академии наук Азербайджанской ССР была включена в 1948 г. проблема изучения серноколчеданных месторождений республики. В 1948 и 1949 гг. велась работа по изучению Чирагидзорского месторождения серного колчедана.

Полевые работы проводились в тесном контакте с Чирагидзорским рудоуправлением треста «Кировабаднефтьпромматериалы».

Эти исследования позволили осветить геологию и структурно-морфологические особенности Чирагидзорского месторождения и произвести сопоставление его с серноколчеданными месторождениями Армении и Урала.

Этот район освещается работами К. Н. Паффенгольца [26, 27], Ш. А. Азизбекова [1, 2], Е. Г. Багратуни и М. П. Русакова [9], С. Ф. Чеплакова [34]. Наряду с этими опубликованными работами имеются и рукописные фондовые отчеты.

Чирагидзорское серноколчеданное месторождение было открыто в 1900 г. В 1905 г. к его разведке и разработке приступил инженер Бекзадов. До 1918 г. нулевой штольной были вскрыты два штока—«Старый» и «Четвертый», эксплуатация которых велась бессистемно, кустарно и хищнически.

С 1918 по 1923 г. рудник был заброшен и бездействовал. В 1923 г. началось его возрождение. К этому году относятся первые геологические исследования района, проведенные К. Н. Паффенгольцем [26], который дал наиболее полную и правильную геологическую трактовку месторождения и составил геологическую карту района в масштабе 1:42.000.

В 1928 г. впервые на месторождении проводилась геофизическая разведка методами естественного электрического поля (PS) и вертикального электрического зондирования (ВЭЗ). Наиболее эффективным оказался метод PS, при помощи которого удалось выявить рудные поля. Это дало возможность вести этим методом разведку неглубоко залегающих рудных скоплений. В 1929 г. началось восстановление старых и проходка новых штолен (№ 2, 6, 7 и 11). В 1930 г. был открыт «Новый» шток и буровыми скважинами началась разведка «Малого» и «Пятого» штоков.

В 1931 г. инженер А. Ракитин [29] произвел геологическую съемку района месторождения в масштабе 1:5000. Было пробурено 12 скважин, причем четыре из них были заданы к югу от рудника и две—к

северу от него. А. Ракитин собрал и систематизировал весь фактический материал по месторождению, включая и минералогические исследования В. Н. Егоровой и Л. Б. Радугиной.

С 1934 по 1935 г. продолжались разведочные работы и подсчет запасов месторождения по промышленным категориям.

В 1936 г. Н. И. Лариным производились поисково-разведочные работы; было пройдено 7 неглубоких штолен и одна скважина, оказавшиеся безрезультатными.

В 1937—1938 гг. в Чирагидзоре проводились геофизические работы методами магнитометрии—вызванной поляризации заряженного тела и спонтанной поляризации. Кроме аномалий над ранее известными рудными скоплениями были установлены новые аномалии, которые оказались при разбуривании рудными линзами небольшой мощности.

В 1938 г. в районе озера Гекгель производились электроразведочные работы, отметившие аномалии на левом склоне ущелья Тоганалысу. Впоследствии здесь было заложено 10 скважин.

В 1938 г. М. Д. Дорфман в своем отчете дает схематическое описание петрографии и тектоники месторождения вообще и трещинной тектоники в частности.

В 1940 г. К. И. Филипповым, В. В. Герасимовой и Е. К. Столяровым [33] производились геолого-разведочные работы, в результате которых оказалось возможным подсчитать запасы по известным рудным штокам. Эти авторы считали, что к основанию «Нового» штока содержание серы в руде падает от 40 до 35% и ниже, что «Старый» и «Малый» штоки являются отработанными, а «Четвертый» шток, состоящий из отдельных рудных гнезд, включенных в кварцевые плагиопорфиры, лишен промышленного интереса.

С 1943 по 1944 г. на месторождении работала партия «Азгеолуправления» под руководством Г. И. Керимова и Э. Ш. Шихалибейли [21], занимавшаяся, главным образом, разведкой «Пятого» штока. Эта же партия проверила электроаномалии, имеющиеся в районе рудника, и произвела геологическую съемку района месторождения в масштабе 1 : 10.000.

После окончания Отечественной войны разведочные работы производились трестом «Кировабаднефтьпромматериалы». Было выяснено, что прирост запасов можно дать за счет разведки «Нового» штока на глубину.

С 1945 по 1946 г. работы Рудоуправления названного треста велись по 10 и 11 слоям. Был получен прирост запасов в количестве 75 036 т по категориям  $A_2 + B_2 + C$ . С 1946 по 1948 г. разрабатывался 12 слой, были углублены выработки горизонта штольни № 2 и из нее же пробурена скважина. Благодаря этому удалось оконтурить низы «Нового» штока и выяснить, что рудоносные кварцевые плагиопорфиры уходят на глубину, где предполагается разведать их буровыми скважинами.

## СТРАТИГРАФИЯ

### ААЛЕН — НИЖНИЙ БАЙОС

Самой древней толщей на исследованной площади (рис. 1) являются кварцевые плагиопорфиры аален-нижнебайосского возраста. Вскрытая мощность этой толщи составляет около 350 м. Подошва ее в пределах данной площади не обнажена. Распространены кварцевые плагиопорфиры в южной и северо-восточной частях района. На юге они выступают по Тоганалысу. Наибольшая мощность здесь достигает 270 м. Второй выход, отделенный от первого узкой полосой среднеюр-

ской вулканогенной толщи, протягивается от Чирагидзорского рудника вдоль шоссе до пос. «101 пикета». Выход этот ограничен

стратиграфическим и тектоническим контактами со средней юрой. Наибольшая мощность кварцевых плагипорфиров составляет здесь 190 м. В северо-восточной части исследованной площади кварцевые плагипорфиры обнажаются по долинам ручьев Бахшидзор и Арвадзор. С юго-востока эта толща ограничивается тектоническим контактом с осадочной толщей сеномана, на юге и западе она граничит по стратиграфическому и, местами, по тектоническому контакту со среднеюрской вулканогенной толщей. Наибольшая мощность кварцевых плагипорфиров достигает 330 м по правому склону Бахшидзорского ущелья, западнее вершины «Дубовая горка».

Свежие, незатронутые вторичными процессами кварцевые плагипорфиры довольно характерны и легко отличаются от других юрских эффузивов своей розовато-серой, пепельно-серой и фиолетовой окраской, а также по крупным, размером до 8 мм и более, вкрапленникам кварца и белесоватым или розоватым вкрапленникам полевого шпата. В тектонических зонах и в контактах с интрузиями кварцевые плагипорфиры в той или иной степени каолинизированы, окварцованы, лимонитизированы, хлоритизированы, эпидотизированы, кальцитизированы и серицитизированы. В полосе, протягивающейся к ССВ от Чирагидзорского рудника, они в той или иной степени пиритизированы.

В ущельях Чирагидзор и Арвадзор в этой толще фиксируются прослои пепловых туфов (рис. 2). Располагаются они в 60—100 м от кровли покрова, образуя быстро выклинивающиеся линзы мощностью до 4—5 м. Отличаются они белесоватой окраской, полосчатостью, плитчатостью и перематостью.

Кроме туфов встречаются и туфоконгломераты кварцевых плагипорфиров. Они отмечены в двух обнажениях — в русле ручья Чирагидзор, в 1,5 км ниже рудника, и в русле ручья Бахшидзор, несколько ниже разведочной штольни, приурочиваясь к нижней обна-

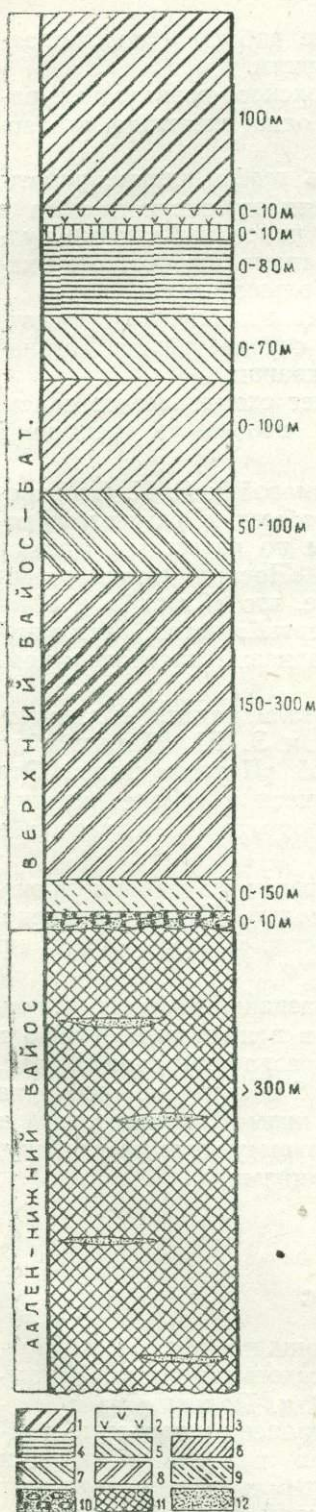


Рис. 2. Разрез юрских эффузивов района Чирагидзорского серноколчеданного месторождения (составил Ш. А. Азизбеков, 1950 г.).

Верхний байос-бат: 1—хлоритизированные плагиклазовые порфиры; 2—афанитовые порфиры; 3—хлоритизированные порфиры; 4—гемацитизированные туфы; 5—верхний покров пироксеновых порфиритов; 6—верхний покров диоритовых порфиритов; 7—нижний покров пироксеновых порфиритов; 8—нижний покров диоритовых порфиритов; 9—агломератные лавы диоритовых порфиритов; 10—базальные конгломераты с гальками кварцевых плагипорфиров. Адлен-нижний байос: 11—кварцевые плагипорфиры; 12—пепловые туфы кварцевых плагипорфиров

женной части толщи кварцевых плагиопорфиров. Обломки туфоконгломератов имеют округлую форму и представлены теми же кварцевыми плагиопорфирами, что и вмещающие их породы. Цемент контактовый, сильно ожеженный. Мощность туфоконгломератов достигает 20 м. Подошва в обоих случаях не вскрыта.

Возраст кварц-порфировой толщи различными исследователями определяется по-разному. Так, К. Н. Паффенгольц [27] относит ее к верхнему лейасу, Ш. А. Азизбеков [1, 2]—к аалену—нижнему байосу и А. Т. Асланян [8]—к верхнему байосу. Последний автор приводит следующие «необходимые для этого факты и доводы»:

1. «В бассейне р. Човдар из верхов мощной порфириновой толщи, подстилающей толщу кварцевых порфиров, были определены: *Lytoceras adeloides* Kud. (верхний байос—келловей), *Lytoceras cudesianum* d'Orb. (байос), *Lytoceras polyhelictum* Böschh. (верхний байос—бат), *Lytoceras pygmaeum* d'Orb. (верхний байос), *Phylloceras mediterraneum* Neum (байос—келловей), *Phylloceras kudernatschi* Haueг (верхний байос—келловей), *Phylloceras disputabile* Zitt. (байос—келловей), *Dactylioceras commune* Sow. (тоар), *Perisphinctes martinisi* d'Orb. (верхний байос), *Pecten demissus* Goldf. (аален—корнбраш), *Posidonia buchi* Roem. (аален—келловей), *Posidonia opalina* Quenst. (аален—келловей), *Montlivaultia radians* From. et Ferq. (? доггер). *Myosoncha rathieri* d'Orb. (? доггер). Кроме того, отсюда же один аммонит был определен впоследствии Г. Я. Крымгольцем, как *Perisphinctes defrancei* d'Orb. (бат)».

Далее А. Т. Асланян пишет (стр. 142) «Как видно, среди перечисленных 15 форм нет ни одной характерной лейасской формы (кроме явно ошибочно опеределенного *Dactylioceras*). Все они с достаточной точностью датируют возраст вмещающей толщи как средний доггер в современном понимании. Следовательно, вывод об ааленском возрасте вышележащей толщи кварцевых порфиров отпадает сам собой». Однако эти фаунистические данные значительно раньше были опубликованы Ш. А. Азизбековым [1] по его собственным сборам, а также сборам В. Н. Котляра, Г. А. Баркалая и И. Г. Кереселидзе. Последние два автора основывались также на найденных ими фауне и флоре из туфопесчаниковой толщи Човдарчая, определенных как: *Lytoceras polyhelictum* Böschh., *Lytoceras pygmaeum* d'Orb., *Lytoceras cudesianum* d'Orb., *Lytoceras adeloides* Kud., *Perisphinctes martinisi* d'Orb., *Montlivaultia radians* From. et Ter., *Myosoncha rathieri* d'Orb., *Posidonia opalina* Quenst., *Posidonia buchi* Roem., *Pecten demissus* Phill., *Pecten* sp., *Terebratula perovalis* Sow. (?), *Phylloceras kudernatschi* Haueг., *Spondylus* (?) sp., *Natica* sp., *Cladophlebis* ex. gr. *denticulata* Brong., *Ginkgo* ex. gr., *digitata* Brong. n. sp., *Transcaucasia* n. sp., *Ptilophyllum* (*Williamsonia*) *cutchense* Morris. *Widdringtonites* aff. *alpinus* Herr.

При сравнении обоих приведенных списков фауны видно, что А. Т. Асланян не только не дает ничего нового, а наоборот, пропускает некоторые формы, имеющиеся у Г. А. Баркалая и И. Г. Кереселидзе (*Pecten* sp., *Terebratula perovalis* Sow. (?), *Natica* sp.).

Этот пропуск А. Т. Асланян компенсирует тремя новыми формами: *Lytoceras cudesianum* d'Orb. (байос), *Dactylioceras commune* Sow. (тоар) и *Perisphinctes defrancei* d'Orb. (бат). К сожалению, неизвестно, откуда эта фауна, кем и когда она найдена и определена. Следует отметить, что човдарская фауна была определена до 1940 г., А. Т. Асланян же начал работать значительно позже, и его работы о Човдарском районе нам неизвестны.

Таким образом, А. Т. Асланян не только не дает ничего нового в подтверждение своих взглядов о верхнебайосском возрасте кварцевых плагиопорфиров, но даже искажает приведенные до него данные Ш. А. Азизбекова, Г. А. Баркалая и И. Г. Кереселидзе. Интересно, куда же стратиграфически относит А. Т. Асланян «мощную порфиритовую толщу, подстилающую толщу кварцевых порфиритов»? Если к нижней вулканогенной толще, то приходится возраст последней поднимать до верхнего байос-бата, с чем не может согласиться даже сам А. Т. Асланян.

Все дело в том, что приведенная човдарская фауна взята не из подстилающей толщи кварцевых порфиров, а из покрывающей ее среднеюрской вулканогенной толщи, которая находится здесь в тектоническом контакте с кварцевыми порфирами.

Следовательно, А. Т. Асланян, не разобравшись в геологии Човдарского района, упустил очень важный момент, на который указывал Ш. А. Азизбеков в своей работе [1]: «наши данные (по работам 1939 и 1940 гг.) показали, что здесь мы имеем только среднеюрскую вулканогенную толщу, находящуюся в тектоническом контакте с толщей кварцевых порфиров и ограниченную с юго-запада Дашалтинским, а с северо-востока — Карамурад-Махмудкалинским разломами». На это указывают также Р. Н. Абдуллаев (1949 г.), Л. Н. Леонтьев [22]. Последний автор, говоря об аммонитах, найденных в подкварцпорфировой толще в районе сс. Кушчи и Човдар, пишет: «позднее Ш. А. Азизбеков, а также М. В. Гзовский и В. А. Комар установили, что нижняя толща вообще здесь не обнажается и что указанная фауна относится тем самым к верхней надкварц-порфировой толще».

Таким образом, фауна, взятая из верхней вулканогенной толщи и определенная как верхнебайос-батская, свидетельствует именно о верхнебайос-батском возрасте этой толщи, и говорить о верхнебайосском возрасте кварцевых порфиров более чем нелогично.

2. Далее А. Т. Асланян, доказывая верхнебайосский возраст кварцевых порфиров, пишет (стр. 142): «В том же бассейне р. Човдар, как сообщает К. Н. Паффенгольд [27], в известковистых кварц-порфировых туфах, залегающих в основании покрова кварцевых порфиров и имеющих в основании базальный конгломерат, по предварительным определениям были установлены: *Lytoceras polihelictum* Böschh. (верхний байос-бат), *Phylloceras* sp. (disputabile? mediterraneum?) (байос-келловей), *Nautilus* sp. cf. *ineatus* Sow., *Mytilus* cf. *sublaevis* Sow. (лейас-доггер)». Эти данные, взятые у К. Н. Паффенгольца, были также приведены и Ш. А. Азизбековым [1, стр. 21] с указанием авторов сбора, а именно: у зимовки Дашалты — Г. А. Баркалая и К. Г. Кереселидзе и в районе сел. Кушчи — П. Н. Яковлев. Неизвестно какую цель преследовал А. Т. Асланян, пересказывая известное до него.

Таким образом, и по этому пункту А. Т. Асланян ничего нового не дает, за исключением, может быть, ааленской фауны Г. Я. Крымгольца, переопределенной им в 1940 г. как верхний байос — средний бат (?).

3. Далее А. Т. Асланян приводит данные И. Н. Ситковского по району Ново-Саратовка, на которые до него ссылались К. Н. Паффенгольд и Ш. А. Азизбеков [1, стр. 23]. Но и здесь А. Т. Асланян по-своему истолковывает эти данные, приравнивая туфогены с верхнебайосской фауной (среднеюрская вулканогенная толща, по И. Н. Ситковскому) к кварцевым порфирам соседних районов.

Ясно, что данные, приведенные А. Т. Асланяном, являются не только не новыми, но и едва ли правильными. Поэтому мы не можем принять точку зрения А. Т. Асланяна и поднять возраст кварц-порфировой толщи до верхнего байоса включительно. Этому препятствует трансгрес-

сивно покрывающая кварц-порфировую толщу верхняя вулканогенная толща (с базальным конгломератом в основании), возраст которой по многочисленной фауне определяется как верхнебайос-батский [1] или среднеюрский [26]. В связи с этим возраст кварц-порфировой толщи надо считать аален-нижнебайосским.

## ВЕРХНИЙ БАИОС — БАТ

Выше кварцевых плагиопорфиров трансгрессивно залегает вулканогенная толща верхнего байос—бата, представленная (рис. 2) чередованием мощных порфиритовых покровов с туфами и туфобрекчиями в следующем порядке (снизу вверх):

1. В основании среднеюрской вулканогенной толщи, в ее контакте с кварцевыми плагиопорфирами в ущелье Чирагидзор, в 300—400 м выше устья штольни № 5 встречены базальные конгломераты мощностью от 10 до 50 м. Гальки их, размером от 1 до 20—30 см по максимальному измерению, представлены кварцевыми плагиопорфирами (нередко окварцованными). Цемент конгломерата представлен то крупно-, то мелкозернистым ожелезненным полевошпатовым песчаником. Вверх по разрезу они постепенно переходят в полевошпатовые гравелиты. Последние, а также грубозернистые полевошпатовые песчаники отмечаются на водоразделе ручья Тоганалысу и Чирагидзор (у вершины Алма) и на водоразделе ущелий Бахшидзор и Арвадзор, вблизи сел. Азат. Мощность их в этих пунктах не превышает 4—5 м. Наличие этих базальных конгломератов, полевошпатовых гравелитов и грубозернистых песчаников говорит о среднеюрской трансгрессии, которая привела к частичному размыву и перетолжению пород кварц-плагиопорфировой толщи.

2. На базальных конгломератах и грубозернистых песчаниках залегают аггломератные лавы. Обнажаются они в бассейне ручьев Тоганалысу, Чирагидзорсу, в районе сел. Мартунис, в ущельях Бахшидзор и Арвадзор и на водоразделе между ними. Мощность покрова меняется в очень широких пределах от более чем 200 м в юго-восточной части исследованной площади до полного выклинивания на северо-западе.

Аггломератные лавы характеризуются неравномерно распределенными обломками и глыбами диоритовых порфиритов, сцементированных породами того же состава. Форма обломков угловатая и округлая, вследствие чего они напоминают по текстурным признакам туфоконгломераты и туфобрекчии. Среди этих аггломератных лав на различных горизонтах отмечаются маломощные прослои плитчатых мелкозернистых порфиритовых туфов, напоминающих по внешнему виду туфопесчаники.

3. Выше горизонта туфоконгломератов и туфобрекчий залегает мощный покров диоритовых порфиров. Обнажается он на значительной площади — от сел. Аджиакперли на юге до южного склона г. Сарыял на севере. Наибольшая мощность покрова зафиксирована в западной части исследованной площади, где она достигает 250 м, в других местах мощность покрова колеблется в пределах 150—200 м. На востоке покров по контакту с сеноманскими отложениями выклинивается. Породы нижнего покрова представлены диоритовыми порфиритами, среди которых выделяются пироксеновые, роговообманковые и кварцевые разности. В зонах разломов и в контактах с интрузиями они хлоритизированы, кальцитизированы, эпидотизированы, гематитизированы и пиритизированы. Внутри толщи, главным образом, в нижней и средней ее частях встречаются брекчиевидные диоритовые порфириты.

4. Выше залегает согласно с нижним покровом диоритовых порфиритов нижний покров пироксеновых порфиритов. Он прослеживается от южного склона на г. Сарычухурбаши, выше сел. Аджиакперли, до водо-

раздельного гребня между ущельями Чирагидзор и Бахшидзор у высотной отметки 1849,1 м. Далее он, огибая верховья ущелья, протягивается по восточному отрогу г. Пант западнее высотной отметки 1738,5 м и по северному склону последнего — до истоков ручья Арвадзор. Мощность покрова пироксеновых порфиритов изменяется от 80—90 м в районе р. Сарычухурбаши до 20—30 м на водоразделе между ущельями Бахшидзор и Арвадзор.

Породы этого покрова представлены довольно однообразными пироксеновыми порфиритами базальтового типа. Макроскопически они легко отличаются от диоритовых порфиритов благодаря своей более темной, почти черной окраске, более свежему облику и плотному сложению.

5. Верхний покров диоритовых порфиритов залегает на пироксеновых порфиритах вполне согласно. Обнажается он от южного склона г. Сарычухурбаши до северо-восточного склона г. Пант, выше истоков ручья Арвадзор. Мощность покрова на севере около 50 м, в верховьях Бахшидзорского ущелья, на склоне г. Пант, она увеличивается до 100 м. К югу покров выклинивается на южном склоне восточного отрога г. Сарычухурбаши. Как по своему внешнему виду, так и по петрографическому составу породы верхнего покрова диоритовых порфиритов мало отличаются от пород нижнего покрова. Они имеют более свежий облик и менее изменены, что объясняется удаленностью их выходов от зон разломов и интрузий.

6. Выше следует верхний покров пироксеновых порфиритов, отличающихся от нижнего покрова пироксеновых порфиритов лишь структурой основной массы и более интенсивной кальцитизацией. Мощность верхнего покрова изменяется следующим образом: на северо-восточном склоне г. Пант она равна 20 м, на юго-восточном убывает до 15 м, далее к югу вновь возрастает до 50 м. На южном склоне г. Сарычухурбаши покров выклинивается.

7. Следующим горизонтом среднеюрского эффузивного комплекса является толща гематитизированных порфиритовых туфов с красно-бурой окраской. Вблизи зон разломов они брекчиированы и окварцованы. Эти туфы образуют два выхода—один на восточном склоне г. Пант, другой на южном склоне г. Сарычухурбаши. В первом максимальная мощность равна 70 м, во втором—около 90 м. На седловине между указанными вершинами толща выклинивается, и на верхнем покрове пироксеновых порфиритов залегает покров хлоритизированных плагиоклазовых порфиритов.

8. На восточном отроге г. Сарычухурбаши над гематитизированными туфами залегают хлоритизированные порфиритовые туфы. Образуют они две небольшие линзы протяженностью по 500—600 м каждая. Мощность линз не превышает 10 м.

9. Непосредственно на этих туфах в том же районе залегают афанитовые порфириты мощностью около 10 м. У седловины между гг. Пант и Сарычухурбаши и на южном склоне последней они выклиниваются.

10. Самый верхний покров среднеюрского эффузивного комплекса в пределах закартированной площади представлен хлоритизированными плагиоклазовыми порфиритами. Слагает он вершины Пант, Сарычухурбаши и седловину между ними. Кровля покрова размыта. Наибольшая мощность его на вершине Сарычухурбаши составляет 160 м. Породы эти темносерого, буровато-серого и местами, вследствие хлоритизации, зеленовато-бурого цвета. Нередко они имеют брекчиевидное сложение.

## СЕНОМАН

На среднеюрской эффузивной толще с угловым несогласием залегают вулканогенно-осадочные отложения сеномана. Обнажаются они в северо-восточной части района. С юга их распространение ограничивается стратиграфическим контактом с нижними толщами верхнего байоса—бата, а с северо-запада — тектоническим контактом с кварцпорфировой толщей аалена—нижнего байоса.

По литологическому составу в отложениях сеномана выделяются четыре свиты (снизу вверх): глинисто-песчаная, песчано-конгломератовая, вулканогенная и песчано-известковая. Разрез их, снятый приблизительно в 1,4 км южнее сел. Камо по шоссе на дороге, представлен на рис. 3.

Над брекчиевидными диоритовыми порфиридами среднеюрского возраста залегают:

- |  |        |
|--|--------|
| 1. Ожелезненные неравномернозернистые туфопесчаники шоколадно-бурого и буровато-серого цвета . . . . .   | 12 м   |
| 2. Буровато-серые известковистые конгломераты. Гальки, размером от 0,5 до 10 см, представлены различными порфиридами. Падение СВ $10^\circ \angle 8^\circ$ . . . . . | 1,5 »  |
| 3. Песчанистые глины охристо-бурого и желтовато-бурого цвета . . . . .   | 0,7 »  |
| 4. Туфоконгломераты серого и зеленовато-бурого цвета с тонкими прослоями туфопесчаников . . . . .  | 0,25 » |
| 5. Ожелезненные шоколадно-бурые слабобесчанистые глины с редкими 2—3-см прослоями туфопесчаников . . . . .   | 7,5 »  |
| 6. Полосатые песчанистые глины . . . . .   | 0,2 »  |
| 7. Ожелезненные шоколадно-бурые песчанистые сланцеватые глины . . . . .  | 0,6 »  |
| 8. Тонкослойное чередование шоколадно-бурых, охристо-желтых и серых песчанистых глин . . . . .   | 0,6 »  |
| 9. Переслаивание ожелезненных неравномернозернистых туфопесчаников шоколадно-бурого цвета с серыми слабоожелезненными гравелитами . . . . .                          | 0,8 »  |
| 10. Чередование желтовато-бурых песчаников с полосчатыми песчанистыми глинами . . . . .  | 0,35 » |
| 11. Туфоконгломераты типа слоя 2 . . . . .   | 2,2 »  |
| 12. Фиолетово-бурые сильно ожелезненные пепловые туфы . . . . .  | 2,7 »  |
| 13. Туфоконгломераты типа слоя 2 . . . . .   | 0,3 »  |
| 14. Шоколадно-бурые с сероватым оттенком туфопесчаники . . . . .   | 0,4 »  |
| 15. Туфоконгломераты зеленовато-серого и буровато-серого цвета с гальками мелкого и среднего размеров и песчаным цементом . . . . .                                  | 2,5 »  |

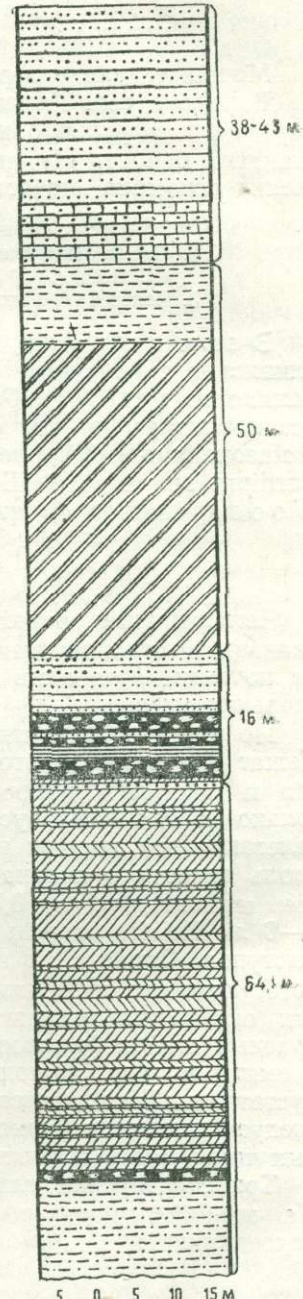


Рис. 3. Разрез отложений сеномана южнее сел. Камо, Ханларского района (составил Ш. А. Азизбеков, 1950).

1—туфопесчаники; 2—песчанистые глины; 3—туфоконгломераты; 4—ожелезненные сланцеватые глины; 5—гравелитовые песчаники; 6—ожелезненные пепловые туфы; 7—полевошпатовые песчаники; 8—мелкобрекчиевидные биотито-плагноклазовые порфириды; 9—осланцованные биотитовые туфы; 10—песчанистые известняки.

- |   |         |
|---|---------|
| 16. Ожелезненные темнубуре с красноватым оттенком полево-шпатовые песчаники   | 8 м     |
| 17. Мелкобрекчиевидные биотитовые порфириды лилово-серого цвета   | 10 »    |
| 18. Ослабцованные мелкобрекчиевидные биотитовые туфы  | 10 »    |
| 19. Крупнозернистые, местами песчанистые известняки буровато-серого и желтоватого цвета                                     | 8 »     |
| 20. Тонкозернистые известковистые песчаники (с фауной нериней и грифей) пепельно-серого цвета с тонкими прожилками кальцита | 20—25 » |

Мощность данного разреза — 75,5 м.

В районе сел. Калинино, несколько ниже моста через ручей Арвадзор, в русле ручья обнажаются кварцевые плагиопорфиры аалена—нижнего байоса. На них трансгрессивно и несогласно залегают отложения сеномана, представленные (снизу вверх) в следующем виде:

- |   |       |
|---|-------|
| 1. Биотито-плагиоклазовые порфириды   | 30 м  |
| 2. Серые известняки (с фауной нериней и грифей), падающие на СВ $10^\circ \angle 5^\circ$ | 2 »   |
| 3. Белесоватые известняки, согласно залегающие на подстилающих                            | 2,5 » |

В этом же районе, стратиграфически выше известняков, залегают глинистые туфогенные песчаники с примесью кварцевой гальки. Собранная из них В. П. Ренгартеном скудная фауна плохой сохранности устанавливает, по его определению, сеноманский возраст отложений: *Actaeonella* sp., *Trigonoarca* (?) cf. *diceras* Seguenza, *Isocardia* sp., *Cardium* sp. n., *Gervillia pectinoides* Reuss., *Inoceramus etheridgei* Woods, *Neithea* cf. *quinquecostata* Sow., *Exogyra halictidea* Sow.

#### ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Четвертичные отложения представлены аллювиальными и делювиальными отложениями ручьев, осыпями склонов и широко развитыми почвами. Мощность последних в ущельях достигает местами нескольких метров.

По ущелью Бахшидзор обнаружены глыбы брекчированных туфов. Лежат они через некоторые интервалы в русле ручья или по склонам его и прикрыты наносами. В верховьях ущелья глыбы встречаются только по главному руслу и по правобережным притокам. В коренном залегании эти породы нигде не встречены. Глыбы встречаются также вдоль западного склона хребта Пантдаг по руслу р. Ганджачай. Размер их варьирует от 0,5 до 20 м в поперечнике, наиболее обычный — 4—8 м. Глыбы округлые, реже неправильные, но без острых углов и выступов. Окраска их пятнистая—различных оттенков фиолетового, серого, красного и желтого цвета. Фиолетовые разности макроскопически сильно напоминают алунитизированные туфы загликской толщи, красные имеют большое сходство с яшмой. Все они сильно окремнены и смяты в одну монолитную массу с редкими неправильной формы пустотами. Трещины совершенно отсутствуют. Образование этих глыб следует связать с более высокими горизонтами вулканогенно-осадочных толщ, ныне полностью уничтоженных денудационными процессами.

Транспортировка глыб производилась горнодолинными ледниками. На это указывает их неотсортированность, штриховатость и местонахождение.

#### ТЕКТОНИКА

Геологическое строение окрестностей Чирагидзорского рудника и прилегающих к нему районов северо-восточного склона Малого Кавказа в общих чертах представляется в следующем виде.

Слагающие Шахдаг-Мровдагский антиклинорий юрские и меловые отложения собраны в этой зоне в пологие складки общекавказского простирания. В районе г. Кязаз располагается обширная кязаз-далидагская синклиналь. К северу от нее намечается гекгельская антиклинальная складка широтного простирания, в осевой части которой выступают аален-нижнебайосские кварцевые плагиопорфиры (Гекгель, Чирагидзор, Тоганалы). Ось этой складки проходит несколько южнее сел. Тоганалы и севернее сел. Туляляр. Протягиваясь на восток, к р. Карачай, она, как и другие складки, значительно суживается.

На фоне гекгельской антиклинали развиты целая серия второстепенных складок, которые осложняют ее строение. К юго-западу она переходит в гаджиакперли-гейдаринскую синклиналь. Севернее г. Пант, вдоль внешней границы юрских образований намечается новое воздымание слоев, образующих антиклинальное поднятие, протягивающееся с юго-востока, от сел. Чайкенд, на северо-запад—вдоль ручья Медукджур к сел. Зурнабад.

Крупная гекгельская антиклиналь к северо-востоку, по данным Э. Ш. Шихалибейли и Р. Н. Абдуллаева, переходит в пологую синклиналь, сложенную кварцевыми плагиопорфирами аалена — нижнего байоса. Ядро складки в районе г. Азакар выполнено вулканогенной толщей средней юры. К ней с северо-запада примыкает крупная антиклинальная складка, ось которой проходит в северо-западном направлении к югу от сел. Чайкенд.

5423  
Вулканогенно-осадочная толща мела в междуречье Кюракчая и Балакюракчая, по данным Э. Ш. Шихалибейли и Р. Н. Абдуллаева, при общем погружении на северо-восток изгибается, образуя по простиранию три поперечных выступа, разделенных двумя прогибами. Один из этих прогибов прослеживается на водоразделе рр. Кюракчай и Карабулахчай, между чайкендским и карабулахским выступами, и сложен породами сеномана. Второй, более крупный прогиб, приурочен к долине ручья Сарысу (между карабулахским и монашидским выступами).

На фоне складчатости общекавказского простирания отмечаются структуры антикавказского простирания в виде антиклинального поднятия, ось которого в основных чертах совпадает с направлением хребта Пантдаг. Об этом поднятии говорил еще К. Н. Паффенгольц, рассматривая его в несколько иной форме. Он видел в строении г. Пантдаг «куполообразное вздутие юрского покрова». Продолжение этого поднятия к северу от Чирагидзора отмечается у сел. Аджикенд и к западу от него, где сеноманские отложения, описывая дугу, меняют свое простирание с северо-западного на юго-западное. Дальше на север, при общем моноклинальном падении свит на северо-восток, это поднятие выступает к востоку от сел. Молла-Джаллы в виде антиклинального выступа, сложенного верхнемеловыми отложениями.

Между сс. Азат и Калинино, к востоку от структурного поднятия г. Пант, фиксируется выступ кварцевых плагиопорфиров того же направления, являющийся как бы дополнительным структурным элементом, приращенным к поднятию г. Пант неглубоким синклинальным залывом, проходящим вдоль Чирагидзорского шоссе и выполненным меловыми образованиями. На правом берегу р. Ганджачай, примыкающем к западному крылу поднятия г. Пант, отмечается поперечный синклинальный залив меловых образований, к центральной части которого приурочены островки верхнего турона и сенона г. Эльвор и г. Китахдаг. Выходы фораминиферовых слоев у сел. Молла-Джаллы соответствуют ядру синклинали, тогда как сенонские известняки г. Китахдаг — ее западному крылу.



Таким образом, мы видим здесь два различных по возрасту тектонических элемента — пликвативные структуры северо-западного простирания и поперечное поднятие северо-восточного направления, развивавшееся на них. Воздымание последнего в жестких, консолидировавшихся в результате складчатых движений юрских толщах, сопровождалось серией ступенчатых сбросов, расположенных по периферии поднятия, при общем относительно пологом залегании пластов. Образование этого поднятия надо связать, как справедливо в свое время отмечал К. Н. Паффенгольц [26, 27], с внедрением гранодиоритового батолита. Подтверждением этого взгляда является выход диоритовой интрузии, обнаруженный нами в 1949 г. в присводовой части Пантдага.

Нашими исследованиями в 1948—1949 гг. установлено, что разрывные нарушения на территории Чирагидзорского рудного поля (рис. 4) можно, по их возрастному взаимоотношению, сгруппировать в три следующие системы:

- 1) система сбросов северо-западного простирания  $325\text{—}350^\circ$ ;
- 2) система сбросов северо-северо-восточного простирания  $3\text{—}30^\circ$ ;
- 3) система сбросов и взбросов северо-восточного и широтного простирания от  $35$  до  $80^\circ$ .

Кроме этих разломов имеются также многочисленные более мелкие нарушения различного направления, главным образом трещины без смещения.

Сбросы северо-западного простирания по возрасту являются наиболее древними. Четыре из них, расположенные в средней части ущелья Бахшидзор, пересекают пиритизированные, окварцованные и каолинизированные кварцевые плагиопорфиры. В зонах их, имеющих ширину от  $0,5$  до  $1,5$  м, тектоническая брекчия представлена кварцевыми плагиопорфирами, измененными до состояния глиноподобной массы серого и желто-бурого или буроватого цвета, содержащей мелкорассеянную вкрапленность пирита. Боковые породы в большинстве случаев также сильно каолинизированы. Протяженность этих сбросов не превышает  $500$  м. На водоразделах долин они уже не прослеживаются. Эти сбросы секутся со смещением в горизонтальной плоскости сбросами северо-восточного направления. Амплитуда смещения в ущелье Бахшидзор не поддается определению, так как кровля кварцевых плагиопорфиров скрыта под делювием, а какие-либо контакты внутри самой толщи, по которым можно было бы установить смещение, выделить невозможно вследствие измененности этих пород. Малая ширина зон и небольшая протяженность могут служить косвенным указанием на то, что амплитуда смещения невелика.

Два сброса этого же простирания зафиксированы в северо-восточной части планшета на водоразделе ручьев Арвадзор и Бахшидзор. Один из них, ближайший к сел. Азат, имеет простирание  $S3\ 340^\circ$  и амплитуду смещения около  $0,5$  м. Зона разлома заполнена слабо заохренной и каолинизированной тектонической брекчией. Вдоль зоны, шириной  $3\text{—}7$  м, в кварцевых плагиопорфирах наблюдается рассланцованность и мелкая трещиноватость, параллельная сбросу. В юго-восточном направлении по склону долины сброс затухает и отмечается только в виде полосы, разбитой мелкими трещинами.

Другой сброс, расположенный на  $400\text{—}450$  м западнее первого, простирается на  $S3\ 350^\circ$  и имеет амплитуду смещения  $1,5\text{—}2$  м. Он прослеживается от водораздельного гребня по склону долины почти до русла ручья. Ширина зоны, заполненной брекчией, около  $0,5$  м. Вследствие близости интрузии боковые породы трещиноваты, каолинизированы, серицитизированы и заохрены в полосе шириной более  $5$  м.

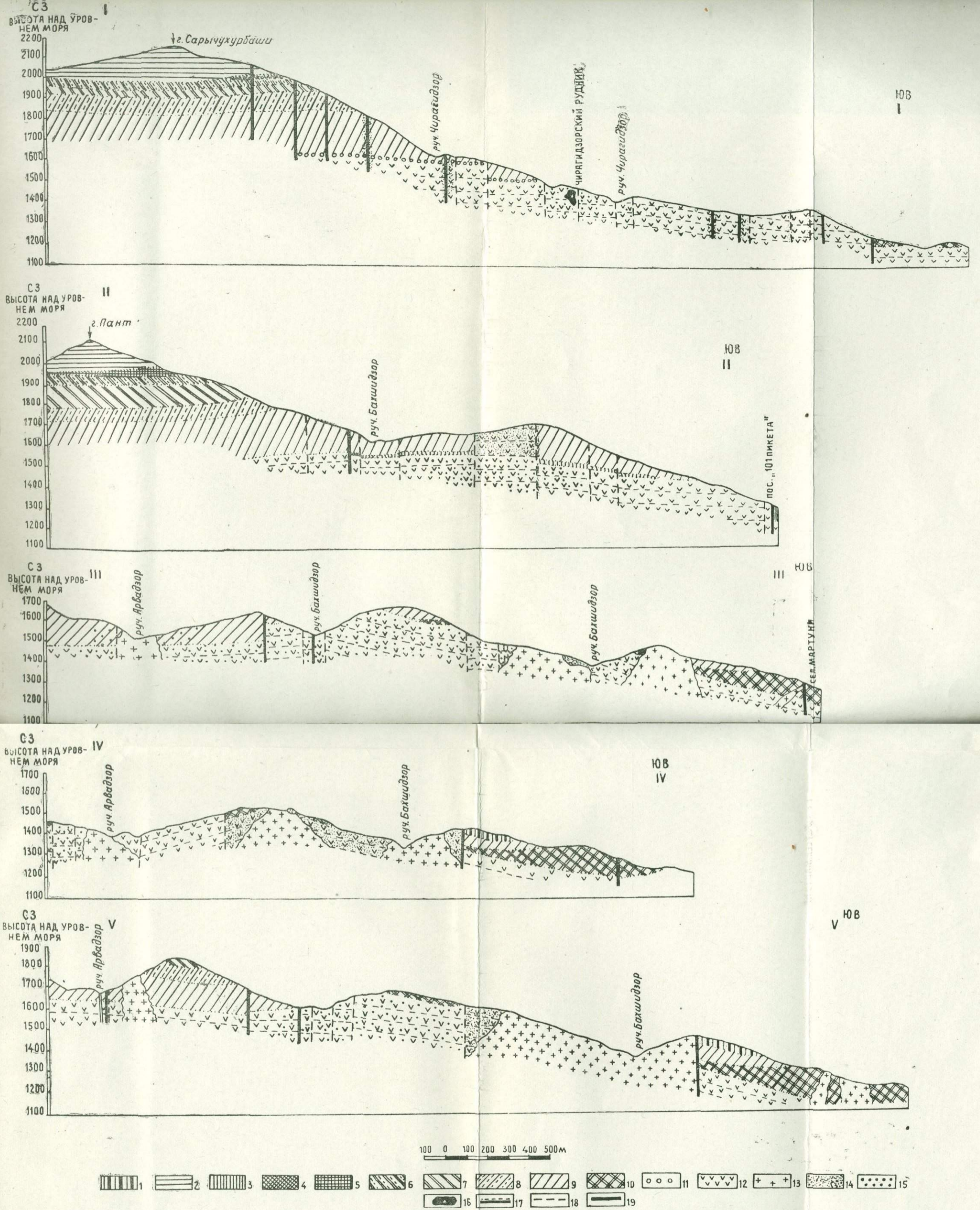


Рис. 4. Геологические профили района Чирагидзорского серноколчеданного месторождения Азербайджанской ССР.

А — Чирагидзорский рудник—г. Сарычухурбаши; Б — г. Пант—пос. «101 пикета»; В — г. Нижн. Сарыял—сел. Мартуни; Г — ущ. Арвадзор—сел. Мартуни; Д — ущ. Арвадзор—р-н сел. Камо.

Сеноман: 1 — песчано-глинистая свита, Верхний байос—бат: 2 — хлоритизированные плагиоклазовые порфириды; 3 — афанитовые порфириды; 4 — хлоритизированные порфиристые туфы; 5 — гематитизированные туфы; 6 — верхний покров пироксеновых порфиридов; 7 — верхний покров диоритовых порфиридов; 8 — нижний покров пироксеновых порфиридов; 9 — нижний покров диоритовых порфиридов; 10 — агломератные лавы диоритовых порфиридов; 11 — базальные конгломераты с гальками кварцевых плагиопорфиридов. Аален — нижний байос: 12 — кварцевые плагиопорфиры. Интрузии: 13 — кварцевые авгито-роговообманковые диоритовые порфириды и диориты; 14 — каолинизация и ожелезнение; 15 — рассеянная пиритизация; 16 — рудные штоки. Разрывные дислокации: 17 — сбросы доинтрузивные; 18 — сбросы постинтрузивные дорудные; 19 — сбросы интерминерализационные и пострудные.

Составил Ш. А. Азизбеков.

В верхнем течении ручья Арвадзор проходит еще один сброс северо-западного направления. Он также характеризуется небольшой амплитудой смещения и протяженностью. На правом склоне он пересекается небольшим, одного с ним возраста, сбросом простирания СЗ 350°.

Наконец, отметим сброс простирания СЗ 325°, проходящий вдоль ущелья ручья Чирагидзор от поворота ручья у штольни № 5 почти до водораздельного отрога вершины Сарычухурбаши, где он затухает, не переходя на противоположный склон. Наибольшая амплитуда сброса (вблизи штольни № 5) составляет 25—30 м. На всем протяжении в пределах обнаженной части тектоническая брекчия в зоне разлома заохрена и каолинизирована. Этот сброс ступенчато смещается северо-восточным и широтным сбросами на юго-запад. Такое взаимоотношение их доказывает, что сбросы северо-западного простирания древнее северо-восточных и широтных, отнесенных нами к третьей группе разрывных нарушений.

Взаимоотношение северо-западных сбросов с северо-восточными и меридиональными выясняется в ущелье ручья Бахшидзор и на водоразделе у сел. Азат, где ясно видно, что первые секутся вторыми. В направлении смещения в северо-западных сбросах нет какой-либо закономерности. В одних случаях сброшено северо-восточное крыло, в других — юго-западное.

По возрасту северо-западные сбросы являются доинтрузивными, дорудными и с большой долей вероятности, они могут быть связаны с пликативными структурами общекавказского простирания. Поэтому они в поисковом отношении какого-либо значения не имеют. К периоду формирования залежей серного колчедана северо-западные разломы уже не являлись хорошими рудопроводящими каналами. Тектоническая брекчия была уже в значительной мере изменена вторичными процессами и, хотя при внедрении интрузии подвергалась интенсивному гидротермальному воздействию, вместить в себя большие количества привнесенных сульфидов уже не могла.

Следует отметить, что некоторые исследователи Чирагидзорского месторождения серного колчедана принимали сбросы северо-западного направления за рудные. В соответствии с этим по сбросам были заложены три штольни в ущелье Бахшидзор и одна — в ущелье Арвадзор. Однако ни одна из этих штолен не показала сколько-нибудь значительного оруднения и поиски в этом направлении были прекращены.

Сбросы северо-северо-восточного и меридионального простирания, составляющие группу дизъюнктивных дислокаций, расположены главным образом в центральной части Чирагидзорского рудного поля (рис. 1 и 4). По размерам нарушений и их количеству эта группа значительно превосходит описанную выше. Наиболее крупные сбросы прослеживаются на расстоянии свыше 4 км при амплитуде до 100 м.

Бросающейся в глаза особенностью расположения нарушений второй группы является их веерообразность. Простирание, близкое к меридиональному вблизи вершин Сарычухурбаши и Пант, к востоку от них отклоняется и достигает в среднем течении ручья Арвадзор и Чирагидзор азимута СВ 30°. Образуется как бы «пучок лучей»,ходящих южнее Чирагидзорского рудника в районе среднего течения Тоганалысу.

Через район Чирагидзорского рудника проходят три сброса северо-северо-восточного направления. Один из них («ниуимфдорский») располагается возле устья штольни № 5, с простиранием ССВ 5—6°; второй («ксюшинлогский») — вдоль оврага Ксюшин Лог, с простиранием СВ 25°, третий («чирагидзорский») расположен между ними. Последний сброс прослежен от ущелья Арвадзор до водораздельного гребня между ручьями Бахшидзор и Чирагидзор. Южнее он на поверхности не выявляется и проведен нами как предполагаемый.

Амплитуда западного ниуимфдорского сброса в овраге Ниуимфдор составляет 15—20 м и к северу убывает. На северном склоне ущелья Бахшидзор сброс затухает. Сбросовая зона имеет ширину от 5 м у штольни № 5 до 1,5—2 м в ущелье Бахшидзор.

Тектоническая брекчия и боковые породы местами сильно каолинизированы, серицитизированы, местами же, главным образом в южной части, окварцованы до вторичных кварцитов. В ущелье Бахшидзор пиритизация почти не наблюдается, но с приближением к руднику становится заметнее. У штольни № 5 пирит отчетливо виден как по мелким трещинам, так и в массе. В этом же направлении увеличивается окварцевание пород. К этому разлому приурочен «Четвертый» шток Чирагидзорского месторождения.

Два других сброса образуют горст в форме клина, острие которого находится в ущелье Чирагидзор, а широкое основание уходит севернее ущелья Арвадзор. Простираение чирагидзорского сброса — СВ 15°, «ксюшинлогского» — СВ 25°. Амплитуда смещения вдоль этих сбросов меняется в широких пределах, что связано с независимыми и, повидимому, неоднократными перемещениями отдельных тектонических блоков. По западному — чирагидзорскому сбросу в районе рудника смещения не установлено. На гребне западнее вершины «Дубовая горка», к северу от секущего сброса оно превышает 200 м, на водораздельном отроге г. Пант убывает до 120 м и дальше уменьшается еще больше.

Смещение по восточному — ксюшинлогскому сбросу в районе рудника составляет 20 м, на правом склоне ущелья р. Бахшидзор оно достигает 150 м, затем резко уменьшается, и на своде чайкенд-зурнабадской антиклинали взброшенным с амплитудой 10—15 м оказывается уже восточное поле. Далее амплитуда вновь возрастает, достигая на склоне ущелья Арвадзор 90 м и более.

В 1,5 км восточнее рудника по шоссе дороге в обнажениях каолинизированных кварцевых плагиопорфиров фиксируется шесть сбросов простираения СВ 20°, обнаруживающих весьма любопытную особенность. Все они секут дайку диабазового порфирита, смещая ее на 40—70 м на юго-восток. Вместе с тем, эти нарушения на большое расстояние не распространяются. Очевидно, здесь мы имеем дисгармоничную сбрососдвиговую дислокацию глыбового характера.

Сложность строения этой горстовой полосы обусловлена одновременностью образования разрывных нарушений и внедрением интрузии, действие которой выразилось не только в гидротермальном изменении вмещающих пород, но и в дифференциальном поднятии разбитой к тому времени на глыбы юрской вулканогенной толщи. Сброс северо-восточного направления (третья группа сбросов), протягивающийся от устья правого притока Чирагидзору через водораздельный гребень севернее вершины «Дубовая горка», отсекает южную часть клинообразного горста. Позднее северная часть межсбросовой глыбы была выжата вверх на высоту до 150 м. Наибольшее поднятие испытал участок, ближайший к секущему сбросу северо-восточного простираения.

Другой поднятый участок отмечен на водоразделе Арвадзор и Бахшидзор. Он приурочен к апикальной части Бахшидзорской интрузии на своде чайкенд-зурнабадской антиклинали. Вследствие этого поднятия чирагидзорский сброс в восточном тектоническом поле дважды шарнирно меняет смещение.

Непосредственная связь сбросов с интрузией устанавливается не только по морфологии, но и по вторичным изменениям пород. Вдоль горстовой полосы отчетливо виден гидротермальный метаморфизм юрских эффузивов, причем интенсивность его к северу от секущего сброса значительно больше, чем к югу.

В непосредственной близости к интрузии кварцевые плагиопорфиры интенсивно серицитизированы. Основная масса зачастую представляет собой кварц-серицитовый агрегат с включением мельчайших кристалликов рутила, апатита и пирита (более ранней генерации). Вышележащие туфобрекчии диоритовых порфиритов интенсивно эпидотизированы вплоть до образования эпидотовых жезд. С удалением от интрузии, в зоне между основными сбросами, характер вторичных изменений становится несомненно иным. Кварцевые плагиопорфиры каолинизированы, пропицитизированы, лимонитизированы и, в меньшей мере, кальцитизированы. К основной массе и кальцитизированным вкрапленникам плагиоклаза приурочен пирит, обычно в виде мелкозернистых образований. Окварцевание наблюдается весьма слабое.

Интенсивность гидротермального изменения пород в этой зоне объясняется не только близостью к интрузии, но и чрезвычайно сильной перебитостью пород сбросами и разломами (без смещения). Благодаря этому флюиды гидротерм соприкасались с породами по очень большой поверхности.

Еще южнее, уже в районе Чирагидзорского рудника, кварцевые плагиопорфиры не только каолинизированы, кальцитизированы и пиритизированы, но и окварцованы до вторичных кварцитов. Глыбовая тектоника на этом небольшом участке благоприятствовала миграции рудных растворов. Поэтому к этой зоне приурочены все основные промышленные скопления (штоки и гнезда) серного колчедана.

Не менее интересным в поисковом отношении является участок между теми же сбросами (чирагидзорским и ксюшинлогским) на правом склоне ущелья Бахшидзор, непосредственно к северу от водораздельного гребня.

Пересекающиеся здесь разрывные нарушения образуют раздробленную (глыбовую) зону, подвергшуюся весьма интенсивному гидротермальному воздействию. Вследствие этого кварцевые плагиопорфиры на довольно большой площади каолинизированы и пиритизированы. Под воздействием поверхностных вод пирит разрушался и выносился в виде гидроокислов железа. Этим объясняется сильное ожелезнение каолинизированных кварцевых плагиопорфиритов и бурая или охристая окраска их.

Подобная картина наблюдается и на левом склоне ущелья Бахшидзор. Однако здесь условия несколько менее благоприятны, так как интрузия расположена значительно ближе и тектоника этого участка несколько иная (преобладают сбросы одного направления).

В обе стороны от горстовой полосы гидротермальные изменения юрской эффузивной толщи значительно ослабевают. К западу от этой полосы каолинизация, ожелезнение и окварцевание юрских эффузивов смещаются далеко на север к ущелью Бахшидзор и водораздельному отрогу г. Пант. К востоку от горстовой полосы южная граница зоны гидротермального изменения, в соответствии с контурами интрузии, отодвигается на юг. В сбросах северо-восточного и широтного простираний, пересекающих ущелье Чирагидзор ниже рудника и протягивающихся до пос. «101 пикета», наблюдается лишь одна каолинизация. Серицитизация, эпидотизация и окварцевание отсутствуют. Кварцевые плагиопорфиры между крупными сбросами хотя и перебиты, имеют свежий облик. Все это говорит о том, что гидротермальное воздействие здесь было весьма слабым.

Сбросы северо-восточного и широтного простираний, отнесенные нами к третьей группе разрывных нарушений, располагаются в основном в южной и восточной частях Чирагидзорского рудного поля, как бы огибая г. Пант и бассейны ручьев Бахшидзор и Арвадзор (рис. 1 и 4). Сбросы эти ступенчатые. Сброшены юго-восточные крылья. Сум-

марная амплитуда смещения в мульде аджиакперли-гейдаринской синклинали (профиль 1—1) по кровле кварцевых плагиопорфиров превышает 400 м. В направлении к своду чайкенд-зурнабадской антиклинали количество сбросов сокращается, их амплитуда становится меньше (между пос. «101 пикетом» и сел. Мартуни). На северо-восточном крыле упомянутой антиклинали фиксируются два сброса. Один из них протягивается от гребня на правом берегу ручья Бахшидзор до поворота шоссе у сел. Азат. Он приводит в тектонический контакт осадочно-вулканогенную толщу сеномана с кварцевыми плагиопорфирами. Амплитуда смещения его составляет не менее 200 м. Другой сброс, расположенный несколько южнее первого, тянется от вершины Алма почти до сел. Камо. Амплитуда смещения его в ущелье Чирагидзор около 100 м, к северо-востоку, вблизи сел. Камо, она не превышает 10—15 м.

Простираение сбросов этой группы меняется от СВ 80° в южной части района (в бассейне р. Тоганалысу) до СВ 35°, т. е. близкого к простираению сбросов второй группы, в северо-восточной части района. Эта зона дробления как бы огибает периферийную часть территории, занятой выходами интрузии.

Гидротермальные изменения в зонах разломов этой полосы в подавляющем большинстве случаев ограничиваются только каолинизацией. Боковые породы в зонах мощных, интенсивно перебитых, разломов даже в непосредственной близости к плоскости сброса сохраняют свой первоначальный свежий облик. Пиритизация тектонической брекчи или вмещающих пород не отмечается. Исключение составляют только сбросы, непосредственно связанные с разломами северо-восточного и меридионального направления вблизи интрузии. Одно из таких нарушений—сброс, протягивающийся от устья правого притока Чирагидзору в направлении к «Дубовой горке», упоминалось выше. Окварцевание тектонической брекчи отмечается в сбросах, проходящих от гребня восточного отрога г. Пант к ущелью Арвадзор, где они смыкаются со сбросами второй группы. Относительно интенсивная каолинизация и заохрение тектонической брекчи отмечаются также в сбросах южной части планшета, т. е. в нижнем течении Чирагидзору и по левому склону ущелья Тоганалысу.

С приближением к северо-западной части района численность и размеры сбросов этой группы резко уменьшаются. Наибольший градиент вертикального смещения наблюдается в южной и юго-восточной частях, соответствующих мульде аджиакперли-гейдаринской синклинали. Сбросы, пересекающие склоны Сарычухурбаши в верхнем течении ручья Чирагидзору, имеют амплитуду смещения, не превышающую 5 м. Только самый южный из них, протягивающийся от правого притока к «Дубовой горке», представляет исключение. Здесь сброшено северо-западное крыло, а не юго-восточное, как в остальных сбросах, и амплитуда смещения достигает 30 м.

Несколько изолированно от остальных нарушений описанной группы стоят упомянутые выше сбросы, зафиксированные нами восточнее г. Пант. Амплитуда их, незначительная на водоразделе, возрастает до 30—50 м к северо-востоку, где они обрываются сбросами северо-северо-восточного направления, пересекая их.

Помимо описанных выше разломов в пределах района фиксируются также многочисленные более мелкие нарушения в виде открытых трещин и кальцитовых жил. Простираение их самое разнообразное, падение меняется от очень пологого до отвесного. В большинстве своем эти трещины являются пострудными, представляющими боковые ответвления северо-восточных и широтных разломов третьей группы.

Пострудные тектонические нарушения зафиксированы нами также при подземной съемке выработок в пределах самих рудных штоков в

виде многочисленных сбросов, перемятых и брекчированных зон и трещин. Секут они как рудные тела, так и вмещающие их породы.

В «Новом» штоке эти нарушения проходят в основном по контуру рудного тела и кварцевых плагиопорфиров и в меньшей степени—в его центральной части. Сброс в северном контуре прослеживается почти по всей высоте «Нового» штока. В горизонте 2 слоя он проходит по измененным кварцевым плагиопорфирам и представлен плоскостями скольжения, простирающимися на СВ  $70^\circ$ . До 9 слоя он проявляется по периферии рудного тела в виде мелких сбросов и многочисленных неправильных трещин. В 9 слое этот сброс проходит по его контакту и представлен плоскостями скольжения того же простирания, что и во 2 слое. В горизонте 12 слоя нарушение проходит в рудном теле и проявляется в виде зоны, выполненной рудной «сыпучкой». В 13 слое в северной оконечности штока отмечены трещины, выполненные каолиновой перемятой породой.

По восточной периферии «Нового» штока фиксируется другое тектоническое нарушение. Оно прослеживается от горизонта 2 слоя, где представлено плоскостями скольжения с простиранием СВ  $65^\circ$  и падением СЗ  $335^\circ \angle 30-32^\circ$ , до горизонта 6 слоя, где оно проявилось уже в виде большого числа неправильных трещин, главным образом в контактовой зоне штока. Ниже 6 слоя тектоническая зона фиксируется в основном в рудном теле. В 10 и 11 слоях она вновь проходит по контакту и представлена ясными плоскостями скольжения. В 12 слое в восточной периферии, как и в северной части штока, руда представлена «сыпучкой», указывающей на раздробленность штока в этой части.

Кроме преобладающих широтных и северо-восточных разломов встречаются в подчиненном количестве мелкие разрывы и других направлений. Так, например, в южной периферии 1 слоя к северу от гезенка № 8 проходит разлом шириной 0,2—0,4 м, падающий на СЗ  $335^\circ \angle 85^\circ$ . Выполнен он глиной трения. В южной части 2 слоя трещины и плоскости скольжения простираются на СЗ  $310^\circ$ . Центральная часть 4 слоя разбита мелкими сбросами меридионального направления, обусловившими раздробленность руды в этой зоне. Такая же картина наблюдается и в 8 слое. В горизонте 9 слоя в 3 м от устья рассечки вскрыта плоскость скольжения, падающая на СЗ  $300^\circ \angle 35^\circ$ . В горизонте 12 слоя слоевой штрек пересек плоскость скольжения, падающую на ЮВ  $110^\circ \angle 80^\circ$ , а в орте № 2 обнаружена тектоническая трещина, падающая на север  $\angle 65^\circ$ . В горизонте 13 слоя в 16 м от устья штольни прослеживается тектоническая трещина простирания СВ  $50^\circ$ , падающая на ЮВ  $140^\circ \angle 70^\circ$ . В 19 м от устья вскрыта другая трещина того же направления, а рядом — еще две с азимутами падения ЮЗ  $230^\circ \angle 45^\circ$  и СВ  $30^\circ \angle 70^\circ$ . На юге в рассечке № 2 зафиксирована плоскость скольжения, падающая на ЮЗ  $225^\circ \angle 60^\circ$ . В этом же слое через западные орты № 3 и 4 проходит тектоническая трещина, падающая на СЗ под крутым углом.

Большинство отмеченных выше тектонических трещин не прослеживается на большое расстояние и, по видимому, обусловлено глыбовым характером разрушения пород кварц-порфировой толщи в районе рудника.

Из пострудных нарушений в других штоках Чирагидзорского месторождения отметим сброс широтного простирания в «Четвертом» штоке. Вдоль него руда сильно перемята. Падает он на север  $\angle 60-65^\circ$ . Крупная тектоническая трещина встречена в «Пятом» штоке (в штольне № 7 у устья штрека). Она проходит в направлении СВ  $45^\circ$  в пиритизированных вторичных кварцитах. Помимо нарушений дизъюнктивного характера в «Новом» штоке, в горизонтах 4, 5, 7 и 9 слоев зафиксированы пострудные порфириновые дайки. В горизонте 4 слоя дайка проходит в направлении СВ  $345^\circ$  и падает под крутым углом на запад. Представлена

она диабазовым порфиритом. Такая же дайка мощностью 0,35—0,45 м с падением на СЗ  $300^\circ \angle 54^\circ$  отмечена в 5 слое. В южной части горизонта 1 слоя встречены две порфириновые дайки. Одна из них (западная) сечет рудное тело в 5 м от контакта и прослеживается вдоль него примерно на 20 м. Другая (восточная) отмечена севернее гезенка № 2-бис. В горизонте 9 слоя встречены три дайки. Одна из них, мощностью около 1 м, проходит в 5—6 м от устья орта № 2, падает на юг и сечет контакт рудного тела с вмещающими породами. В зальбандах дайки отмечена белая каолиновая глина. Две другие дайки встречены в ортах № 1 и 5. Проектирование их меридиональное и ССВ  $10^\circ$ .

## РУДОВМЕЩАЮЩИЕ И ЭКРАНИРУЮЩИЕ ЭФФУЗИВЫ ЮРСКОГО ВОЗРАСТА

### РУДОВМЕЩАЮЩИЕ КВАРЦЕВЫЕ ПЛАГИОПОРФИРЫ (ААЛЕН — НИЖНИЙ БАЙОС)

Рудомещающими породами в пределах рассматриваемого района Чирагидзорского серноколчеданного месторождения, как и в других частях рудной зоны Малого Кавказа (Тоганалы, Кедабек, Бадакенд и др.), являются кварцевые плагиопорфиры аален-нижебайосского возраста. Эти породы имеют значительное развитие и выступают в бассейнах ручьев Чирагидзор, Бахшидзор и Арвадзор. Они прослеживаются по шоссейной дороге от серноколчеданного рудника до поселка «101 пикета».

Свежие разности кварцевых плагиопорфиров, главным образом лейкократовые, — со столбчато-призматической отдельностью, часто с крупными вкрапленниками кварца и полевых шпатов. Первичный цветной компонент в большинстве случаев в них отсутствует. В случае наличия он представлен или одной роговой обманкой, или ею и авгитом. В тектонических зонах и в контакте с интрузивами кварцевые плагиопорфиры претерпевают сильные изменения. Они окварцованы, каолинизированы, кальцитизированы и серицитизированы. В полосе, протягивающейся к северо-северо-востоку от Чирагидзорского рудника, они в различной мере пиритизированы. В тектонических зонах они иногда настолько катаклазированы и перемяты в глинистую массу, что первоначальные признаки породы совершенно неуловимы.

Детальное петрографическое изучение дало возможность выделить среди роговообманковых и авгито-роговообманковых кварцевых плагиопорфиров каолинито-серицитовые, серицито-кальцитовые, пропицитизированные, лимонитизированные, гематитизированные и катаклазированные разности.

Кварцевые плагиопорфиры (роговообманковые и авгитороговообманковые) имеют значительное распространение. Они развиты в русле Бахшидзора, на водоразделе последнего с Арвадзором (по северному отрогу и возле сел. Азат), по левобережному и правобережному притокам Бахшидзора и Арвадзора, а также в русле Чирагидзора, ниже шоссейной дороги, и по Тоганалысу, ниже сел. Аджиакперли. Это лейкократовые розовато-серые, пепельно-серые и реже — зеленовато-серые и светлофиолетовые породы с крупными, размером до 8 мм, вкрапленниками кварца, белесоватыми и розоватыми полевыми шпатами, иногда роговой обманкой и авгитом.

Структура их полифировая, плезифировая или олигофировая. Основная масса — микрогранитовая, фельзитовая, сферолитовая. Вкрапленники: плагиоклаз (№ 32—36), ортоклаз, кварц; рудные: магнетит, пирит; аксессуарные: сфен, апатит и циркон; вторичные: каолинит, серицит, эпидот, кальцит, хлорит, лимонит, кварц.

Плагиоклаз (№ 32—36) является преобладающим вкрапленником. Размеры его сильно варьируют. Форма таблитчатая, короткопризматическая, нередко неправильная. Очертания то ровные, то оплавленные. Двойники простые и полисинтетические, по альбитовому и нередко по периклиновому законам. У некоторых очень слабо выражено зональное

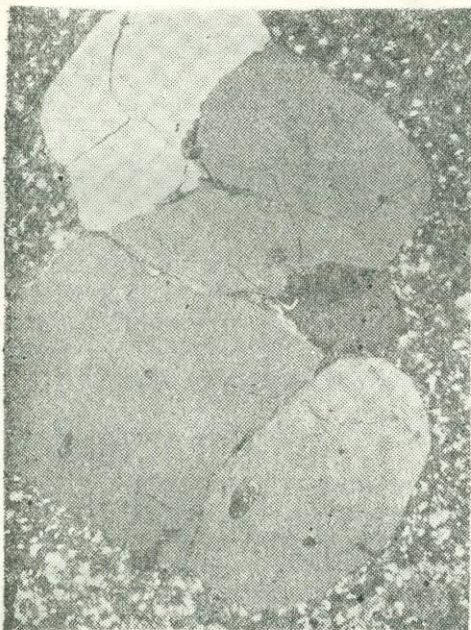


Рис. 5. Корродированный вкрапленник кварца в кварцевом плагиопорфире из устья Чирагидзор.  
Ув. 26. Николи+

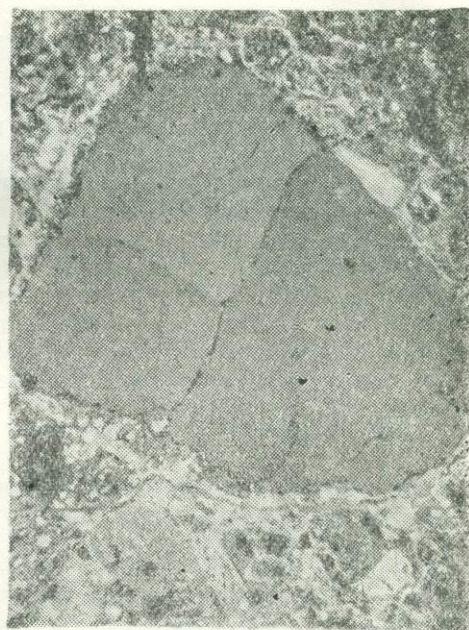


Рис. 6. Корродированный вкрапленник в кварцевом плагиопорфире по шоссе между пос. „101 пикета“ и рудником.  
Ув. 26. Николи+

строение. В катаклазированных разностях плагиоклазы деформированы с последующей цементацией их обломков основной массой. В случае скопления плагиоклазов образуются агрегатные сростки неправильной формы. Все они затронуты процессами каолинизации, серицитизации, хлоритизации, развивающимися то равномерно, то пятнами или интенсивнее в центральной, чем периферийной части. Из включений плагиоклаз содержит мелкие зерна апатита и магнетита. Последний иногда располагается по трещинам.

Ортоклаз присутствует в виде небольших плохо выраженных таблитчатых и неправильных зерен с неровными извилистыми очертаниями. Он сильно трещиноват, равномерно пелитизирован, участками хлоритизирован и серицитизирован. Из включений содержит рудный минерал.

Кварц представлен то мелкими, то крупными зернами. В последнем случае обычно неправильной формы вследствие корродированности основной массой (рис. 5 и 6), которая образует бухточки в кварцевых индивидах. Мелкие вкрапленники кварца имеют более сглаженные контуры или характеризуются гексагональными очертаниями. Резорбированные вкрапленники кварца имеют каемку из кварца основной массы. Выражена эта каемка резко, переход к ней постепенный. Реже наблюдаются каемки из сферолитовых образований основной массы. Деформированные зерна кварца по трещинкам выполнены хлоритом, кварцем, кальцитом и мусковитом. Погасание равномерное, а в деформированных зернах волнистое. Изредка отмечаются линейные прерывистые трещинки. Из

включений содержит мелкие зерна магнетита, пузырьки газа и неопределенные из-за мелкости точечные образования. Последние, как и рудный минерал, иногда располагаются ориентированно, выполняя трещинки или образуя цепочки.

Роговая обманка (в роговообманковых кварцевых плагиопорфирах) почти всегда полностью замещена хлоритом, лимонитом, эпидотом и реже — кальцитом, вследствие чего распознается по реликтам узкопризматических и плохо сохранившихся гексагональных форм и тонко выраженной спайности.

Авгит (в авгито-роговообманковых кварцевых плагиопорфирах) обычно интенсивно кальцитизирован и изредка пятнами хлоритизирован. В массе замещающего кальцита он распознается по реликтовым участкам, призматическому и короткостолбчатому габитусу. Погасание сохранившихся участков  $cNg = 38^\circ$ ;  $Ng - Np = 0,025$ .

Микрогранитовая основная масса вблизи отдельных вкрапленников становится более мелкозернистой и приобретает микрофельзитовую структуру. Редко встречаются участки со сферолитовым строением.

Данные химического анализа, произведенного в химической лаборатории кафедры петрографии Азербайджанского Индустриального института химиком-аналитиком Е. И. Макаровой, приводятся в таблице 1.

Таблица 1

SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O + +Na <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O-110°	П. п. п.	Сумма
73,08	след.	13,25	3,02	0,37	0,02	1,76	0,47	5,10	0,15	3,43	100,65

При сопоставлении данных химического анализа кварцевых плагиопорфиров из Чирагидзора и других районов Малого Кавказа [1] устанавливается их полная аналогия.

Каолино-серицитизированные кварцевые плагиопорфиры приурочены к тектоническим зонам, а также к контакту диоритовой интрузии с вмещающими ее породами. Встречены они в русле Арвадзора в 1,3 км выше сел. Азат, в верховьях левобережного притока Бахшидзора ниже высотной отметки 1611 м, по шоссе на дороге между «101 пикетом» и Чирагидзором, вблизи высотной отметки 1385 м, а также по левому притоку Чирагидзора у высотной отметки 1250,9 м и по левому склону Тоганальсу в районе отметки 1615,9 м. Это светлосерые, иногда с фиолетовым оттенком породы с мелкими редкими вкрапленниками кварца, размером до 1 мм, каолинизированные и серицитизированные. По трещинкам отдельности и микротрещинам они инфильтрированы гидроксидами железа. Структура их монофирировая или полифирировая, чаще олигофирировая и реже — плезирировая. Основная масса микрогранитовая, сферолитовая, микрофельзитовая. Вкрапленник в монофирировых разностях представлен кварцем, в полифирировых наряду с ним присутствует полевой шпат. Рудные: пирит и магнетит; аксессуарные: рутил, циркон, сфен; вторичные: серицит, каолинит, мусковит и кальцит.

Полевые шпаты, ассоциируясь с кварцем, присутствуют то в равном, то в несколько меньшем количестве. Почти всегда они нацело серицитизированы и реже замещены микрофельзитовым агрегатом вторичного кварца.

Микрогранитовая основная масса иногда пропитана лапчатыми образованиями вторичного кварца или содержит мозаичные агрегатные скопления последнего. Она, как и сферолитовая и микрофельзитовая основная масса, интенсивно серицитизирована и пелитизирована.

Серицито - кальцитовые кварцевые плагиопорфиры встречаются в русле Арвадзора в 1 км выше сел. Азат, на водоразделе Арвадзора и Бахшидзора вблизи названного селения, а также на склоне долины Бахшидзора в 800 м выше птицефермы сел. Камо. Они светлосерые, редко фиолетовые, при каолинизации и серицитизации приобретают белесоватый, а при ожелезнении — буроватый оттенок. Вкрапленники кварца иногда достигают 5 мм.

Структура породы полифировая, плезифировая. Основная масса микрогранитовая и сферолитовая. Вкрапленники: полевой шпат и кварц; рудные: пирит и гематит; акцессорные: апатит; вторичные: кальцит, серицит, каолинит и лимонит.

Полевой шпат в отличие от серицитизированных кварцевых плагиопорфиров не только серицитизирован, но и кальцитизирован.

Микрогранитовая основная масса отличается от таковой в серицитовых кварцевых плагиопорфирах интенсивной кальцитизацией полевошпатовой составной части. Сферолитовая основная масса выражена более резко. Она представлена сферолитами кварца и полевого шпата, промежуточки между которыми выполнены серицитом и в меньшей мере — кальцитом.

Пропилитизированные кварцевые плагиопорфиры наибольшим развитием пользуются на левом склоне долины Бахшидзора в районе высотной отметки 1529,7 м и по ущелью левого притока Бахшидзора, южнее высотной отметки 1611,0 м. Они пересекаются сильно перемятой зоной, образованной системой крупных и мелких нарушений, простирающихся на СВ 20°.

Внешне эти породы светлосерые или зеленовато-серые. Они окварцованы, каолинизированы и осланцованы. По трещинкам деформации развивается серицит-пиритовый материал и лимонит.

Структура их полифировая, плезифировая, основная масса фельзитовая.

Вкрапленники: плагиоклаз и кварц; рудные: пирит; акцессорные: сфен и апатит; вторичные: хлорит, эпидот, кальцит, пелит, серицит.

Плагиоклаз (№ 24—28) распознается только по реликтам таблитчатых и призматических форм. Он до полной псевдоморфозы пропилитизирован, в меньшей степени кальцитизирован и пиропилитизирован. К кальцитизированным участкам плагиоклазов приурочен пирит.

Кварц в количественном отношении и по размерам уступает плагиоклазу. По трещинам катаклазированных зерен этого минерала развивается кальцито-пиропиллитовый или каолиновый материал.

Основная масса образована фельзитовым агрегатом измененного полевого шпата и кварца. В ней равномерно рассеян пирит.

Гематитизированные гранофировые кварцевые плагиопорфиры встречаются в ущелье Чирагидзор в 500 м выше штольни № 5 в зоне контакта.

Характеризуются они мелкозернистостью и зеленовато-серой окраской. От описанных выше кварцевых плагиопорфиров они отличаются гранофировой структурой основной массы, преобладанием кварца над полевым шпатом и развитием в значительном количестве гематита.

Основная масса — кварц-полевошпатовая. Причем кварц и полевой шпат образуют гранофировое прорастание, рельефно наблюдающееся вокруг кварцевых вкрапленников.

Лимонитизированные кварцевые плагиопорфиры встречаются на водоразделе между Бахшидзором и Арвадзором вблизи сел. Азат. Они осланцованы с плейчатой текстурой и представляют собой розовато-серые породы с крупными вкрапленниками кварца (от 2 до 10 мм) и мелкими—розовых полевых шпатов (размером 1—2 мм). От описанных выше роговообманково-кварцевых плагиопорфиров они отличаются лимонитизацией основной массы и вкрапленников кварца и полевого шпата.

Катаклазированные кварцевые плагиопорфиры, как и описанные выше разновидности измененных кварцевых плагиопорфиров, приурочены к зонам разломов. Встречены они возле ручья Арвадзор в 600—700 м ниже развалин церкви, а также вблизи устья штольни № 2 и на склоне левого притока Тоганалысу возле высотной отметки 1588,16 м.

Это светлофиолетовые породы с зернами кварца (от 1 до 8 мм), мелкими кристалликами розового и белесоватого полевого шпата. Структура их катакластическая; основная масса фельзитовая и микрогранитовая. Они несут явные следы катаклаза, выразившегося в сильном дроблении плагиоклазовых и кварцевых вкрапленников, а также в образовании трещин, выполненных кремнисто-кварцевым агрегатом, пиритом и лимонитом.

— Минералогический состав представлен: плагиоклазом, ортоклазом, кварцем, магнетитом, пиритом, серицитом, кальцитом, лимонитом и сфеном.

#### ТУФЫ КВАРЦЕВЫХ ПЛАГИОПОРФИРОВ

Туфы кварцевых плагиопорфиров встречаются в ущельях Чирагидзор и Арвадзор, где они фиксируются в виде быстро выклинивающихся линз, располагающихся в 60—150 м от кровли покрова кварцевых плагиопорфиров. Мощность линз — 4—5 м. Окраска их белесоватая, текстура полосчатая. Наблюдается перемятость и плейчатость. По структурным признакам среди них выделены фельзитовые и сферолитовые разновидности.

Фельзитовые туфы встречаются по дороге к водораздельному хребту между Бахшидзором и Азатчаем, а также между первым и вторым левобережными притоками, впадающими в Чирагидзор. Окраска их пепельно-серая, структура фельзитовая. Текстура сланцеватая, миндалевидная и псевдобрекчиевая. Представлены эти туфы кварц-полевошпатовым фельзитовым агрегатом, в массе которого иногда отмечаются то мелкие, то более крупные угловатые обломки кварцевых зерен или сферолитовых образований этого минерала, выделившегося из фельзитовой массы.

Плагиоклазы значительно уступают кварцу по количеству и размерам. Показатель преломления меньше, чем у канадского бальзама, что дает возможность отнести его к альбиту или альбит-олигоклазу.

Обломки пород представлены кварцевыми плагиопорфирами с фельзитовой и микрогранитовой основной массой. Встречаются обломки из мелкозернистого кварц-полевошпатового агрегата.

В сланцеватых разновидностях фельзитовый агрегат имеет ориентированное расположение; в миндалевидных наблюдаются пустоты неправильной формы, иногда с извилистыми очертаниями, в псевдобрекчиевидных—участки фельзитового и мелкозернистого сложения.

Из рудных минералов присутствуют магнетит, гематит, пирит, ильменит. Из аксессуарных минералов отмечены призмочки апатита, скопляющегося вокруг магнетита, рутила и турмалина. Последний плеохроирует в синеватых тонах.

Фельзитовая кварц-полевошпатовая масса хлоритизирована и в меньшей мере—кальцитизирована. Серицит и биотит развиваются в виде мелких чешуй и волокнистых образований по сланцеватым участкам породы.

Сферолитовые туфы встречены в 150 м от места слияния ручья Чирагидзор с левым его притоком. Окраска этих туфов серая. Представлены они мелкозернистым кварц-полевошпатовым агрегатом. Рудный минерал: магнетит и пирит; аксессуарные: апатит и рутил; вторичные: цеолиты и каолинит.

Кварц имеет три формы нахождения: 1) угловатые мелкие обломки с обычными оптическими свойствами; 2) мелкие зерна и сферолиты, выделяющиеся из микрофельзитового агрегата; 3) тончайший агрегат кварца, составляющий цемент туфа.

Полевые шпаты значительно уступают кварцу и представлены мелкими равномерно пелитизированными зернами неопределенной формы.

Из рудных минералов преобладает пирит.

Магнетит присутствует в малом количестве. Рутил встречается часто. Циркон значительно подчинен ему. Цеолиты (томсонит, сколецит) присутствуют в значительном количестве. Форма зерен неправильная, двупреломление низкое.

### ЭКРАНИРУЮЩИЕ ЭФФУЗИВЫ ВЕРХНЕБАЙОС-БАТСКОГО ВОЗРАСТА

В локализации оруденения большую роль играют покровные или так называемые экранирующие породы. В силу своей малой проницаемости они преграждали путь рудообразующим флюидам, не давая им возможности рассеиваться на большие пространства и этим благоприятствуя концентрации рудных тел в виде штоков, линз или гнезд. Экранирующими породами в пределах рудного поля Чирагидзорского серноколчеданного месторождения являются диоритовые порфириты, залегающие на аггломератных лавах.

### АГГЛОМЕРАТНЫЕ ЛАВЫ

Самым нижним горизонтом эффузивного комплекса верхнебайос-батского возраста на исследованной территории являются аггломератные лавы. Обнажаются они в бассейнах ручьев Тоганалысу, в районе сел. Мартунис, в ущельях Бахшидзор и Арвадзор и на водоразделе между последними.

Аггломератные лавы характеризуются наличием неравномерно распределенных обломков и глыб диоритовых порфиритов, сцементированных породами того же состава. Форма обломков округлая, угловатая, вследствие чего они по текстурным признакам напоминают туфоконгломераты и туфобрекчин. Среди этих аггломератных лав на различных горизонтах отмечаются маломощные прослои тонкоплитчатых мелкозернистых хлоритизированных порфиритовых туфов.

Детальное исследование обломков и цемента этих лав показало, что они представлены плагиоклазовыми, роговообманковыми и пироксено-роговообманковыми диоритовыми порфиритами.

Плагиоклазовые диоритовые порфириты у сел. Мартунис и у «101 пикета» характеризуются такситовым сложением и пятнистой окраской. Цемент и обломки представлены одним и тем же составом. Структура их порфирокластическая; основная масса микролитовая, гялопилитовая. Вкрапленники: плагиоклаз; рудные: магнетит; аксессуарные: апатит; вторичные: хлорит и кальцит.

Плагиоклаз представлен призматическими, таблитчатыми и неправильными зернами, нередко с неровными очертаниями вследствие корродированности основной массой. Встречаются угловатые и клиновидные обломки этого минерала. В большинстве случаев он интенсивно разрушен, серицитизирован, кальцитизирован и хлоритизирован. Серицитизация развита равномерно, кальцитизация — участками или же в центральной и периферийной частях. Хлорит развивается тонкими жилочками, а иногда образует полные псевдоморфозы по плагиоклазу с сохранением очертания его зерен. В результате указанных процессов двойниковое строение плагиоклаза наблюдается редко и выражено слабо. Из включений содержит магнетит и редко — апатит.

Магнетит в виде мелких зерен образует включения в плагиоклазах; главным образом он присутствует в кальцитизированной и хлоритизированной основной массе. Апатит отмечен в единичных случаях и имеет ту же форму нахождения, что и магнетит.

Основная масса гиалопилитовая и микролитовая. Первая из них представлена мелкими призмочками и лейсточками плагиоклазов, пропитанных стеклом. Вторая характеризуется наличием значительного количества микролитов полевых шпатов.

Роговообманковые диоритовые порфириды встречаются в кровле аггломератных лав на водоразделе между Тоганалысу и Чирагидзорсу. Характеризуются они брекчиевидным сложением, обусловленным различным размером зерен в различных участках и наличием цемента и обломков одного и того же состава. Структура их порфирикластическая; основная масса микролитовая. Вкрапленники: плагиоклаз, роговая обманка и рудные минералы; вторичные: хлорит и кальцит.

Пироксено-роговообманковые диоритовые порфириды встречаются в районе пос. «101 пикета». Они представляют собой мелкозернистые, брекчиевидного сложения зеленовато-серые породы. Структура их порфирикластическая; основная масса гиалопилитовая. Вкрапленники: плагиоклаз (андезит № 36—38), роговая обманка, авгит, магнетит; вторичные: хлорит и кальцит; аксессуарные: апатит.

Порфиристые туфы встречаются на различных горизонтах аггломератных лав. Они характеризуются малой мощностью, тонкоплитчатостью, зеленоватой окраской, тонко-мелкозернистым сложением. Они обнажаются по шоссеной дороге около сел. Мартунис. Структура их порфирикластическая. Минералогический состав: плагиоклаз, (андезин № 36—40), авгит, магнетит, обломки вулканического стекла, апатит, кальцит, хлорит, лимонит, эпидот. Цементирующая масса — хлоритовая. Состоит она из слабополяризующего стекла, напоминающего микрофельзит, замещающего его хлорита и небольшого количества рудной пыли.

### ДИОРИТОВЫЕ ПОРФИРИТЫ

Среди верхнебайос-батских эффузивов в пределах исследуемого района наибольшее распространение имеют диоритовые порфириды. Представлены они двумя покровами — нижним и верхним, разделяющимися нижним покровом пироксеновых порфиритов.

Нижний покров диоритовых порфиритов, лежащий или непосредственно на кварцевых плагиопорфирах (Чирагидзор) или на описанных выше аггломератных лавах (Тоганалы) имеет большое распространение и обнажается в пределах исследуемой площади от сел. Аджиакперли на юге до южного склона г. Сарыял на севере. Мощность нижнего покрова — 50—270 м.

Верхний покров диоритовых порфиритов прослеживается в виде узкой полосы от южного склона г. Сарычухурбаши до северо-восточного склона г. Пант, выше истоков ручья Арвадзор. Мощность верхнего покрова—от 50 до 100 м.

По составу среди нижнего и верхнего покровов выделены роговообманково-пироксеновые, пироксеновые и кварцевые диоритовые порфириты. Они в большинстве случаев хлоритизированы, кальцитизированы и гематитизированы.

В нижнем покрове можно подметить некоторую дифференцированность диоритовых порфиритов: роговообманково-пироксеновые разности приурочиваются в основном к нижним горизонтам покрова, тогда как пироксеновые разности сосредоточиваются, главным образом, в верхней части его. Такая закономерность не исключает некоторого чередования указанных типов в нижней части покрова и преобладания пироксеновых разностей в верхах его. Эта особенность подчеркивается в верхнем покрове диоритовых порфиритов, представленных исключительно пироксеновыми диоритовыми порфиритами. В этом и заключается основное отличие нижнего покрова от верхнего, петрографическое описание которых дается ниже.

Роговообманково-пироксеновые диоритовые порфириты (хлоритизированные и кальцитизированные). Эти породы прослеживаются по правому берегу ручья Чирагидзор; по ущелью Арвадзор в направлении к г. Пант, а также по дороге к пос. «101 пикета» и на седловине, расположенной к северу от сел. Мартуни. В первом пункте они залегают на брекчиевидных диоритовых порфиритах.

Это средне-, реже мелкозернистые зеленовато-серые породы с вкрапленниками полевых шпатов, размером 2—4 мм, и цветных компонентов, часто хлоритизированных. Структура их полифоровая, олигофоровая или плезифоровая; основная масса микролитовая. Вкрапленники: плагиоклазы, пироксены, роговая обманка; рудные: магнетит; вторичные: кальцит, хлорит, эпидот; акцессорные: апатит и сфен.

Плагиоклаз—преобладающий вкрапленник. Пироксены нацело хлоритизированы и распознаются по реликтам длиннопризматических и короткостолбчатых форм. В меньшей мере они кальцитизированы. Форма псевдоморфоз свидетельствует о присутствии как ромбических, так и моноклинных пироксенов. Роговая обманка нацело хлоритизирована и сохранилась в виде редких узкопризматических, нацело хлоритизированных зерен.

Магнетит имеет три формы нахождения. Первая: вкрапленники—изометричные и неправильные зерна с неровными контурами; вторая—мелкозернистый магнетит, обильно рассеянный в основной массе, и третья—жильный магнетит. Последний выполняет стенки жил, в центральной части которых располагается хлорит. Гематит—мелкие единичные зерна. Хлорит (пеннин), кальцит, серицит, эпидот замещают полевые шпаты, цветные компоненты и основную массу. Последняя микролитовая, участками гиалопилитовая.

Химический анализ роговообманково-пироксенового диоритового порфирита (обр. № 116), взятого из правого склона ручья Чирагидзор, и пересчеты его на коэффициенты А. Н. Заварицкого приведены в таблице 2. Анализ произведен в химической лаборатории кафедры петрографии Азербайджанского Индустриального института химиком-аналитиком Е. И. Макаровой.

По А. Н. Заварицкому [17], описываемая порода ближе всего подходит к пироксеновому диоритовому порфириту, который отличается повышенным содержанием а (13,8), s (67,6), r' (46,8), m' (44,4) и пониженным количеством с (5,7) и b (12,9).

Пироксеновые диоритовые порфириды (хлоритизированные) прослеживаются в верховьях Бахшидзора, у пос. «101 пикета», а также в ущелье Чирагидзор в 100 и 200 м выше первого правобережного притока и у шоссеной дороги, между рудником и пос. «101 пикета». Пироксеновые диоритовые порфириды — мелкозернистые зеленовато-серые породы с преобладанием вкрапленников плагиоклаза над цветными компонентами. Структура их полифировая, плезифировая; основная масса микролитовая и гиалопилитовая. Вкрапленники: плагиоклаз, авгит, гиперстен и энстатит; вторичные: кальцит, хлорит, серицит; рудные: магнетит; аксессуарные: апатит и сфен.

Таблица 2

Компоненты	Вес. %	Мол. кол.	Пересчеты на коэф. Заварицкого
SiO <sub>2</sub>	55,2	0,917	a = 6,7
TiO <sub>2</sub>	0,027	—	c = 6,1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,08	0,178	v = 21,6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,22	0,039	s = 65,5
FeO	2,02	0,028	
MnO	0,19	0,002	a' = 30,3
MgO	4,17	0,103	f' = 34,9
CaO	4,80	0,086	m' = 33,9
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	2,87	0,046	φ = 25,7
H <sub>2</sub> O при 110°	нет		
Потери при прокаливании	7,32		
Сумма	100,81		

Плагиоклаз является преобладающим вкрапленником. Зерна варьируют от мелких до крупных. Первые обычно неправильные и короткопризматические, вторые в виде широких таблиц. Нередки сростки из 2—3 крупных индивидов. Есть крестообразные сростки плагиоклазов. В большинстве случаев плагиоклазы сильно изменены процессами пелитизации, кальцитизации и хлоритизации. Встречаются свежие, хорошо индивидуализированные вкрапленники. Двойниковое строение характеризуется альбитовым и нередко — периклиновым законами. Редко обнаруживается зональное строение. Мелкие зерна плагиоклазарастают в цветные компоненты. Из включений содержит рудный минерал и измененные цветные компоненты. Рудный минерал развивается и по периферии плагиоклазовых зерен.

Пироксены (авгит, гиперстен и энстатит) почти всегда замещены хлоритом, наряду с которым иногда развивается кальцит. Распознаются они по реликтам призматических форм с гексагональным сечением или оптическим свойствам сохранившихся от замещения участков.

Авгит распознается по призматическому габитусу, гексагональному сечению. Угол погасания  $cNg = 38^\circ$ . Из включений содержит рудный минерал, плагиоклаз, энстатит и гиперстен. Мелкие зерна авгита имеют облик недоразвитых вкрапленников. Гиперстен со спайностью вдоль удлинения, плеохроизм обычный. Он также хлоритизирован и изредка кальцитизирован. Погасает прямо. Энстатит встречается редко в виде призм, характеризующихся прямым погасанием и низкими серыми цветами интерференции.

Хлорит и кальцит, замещая цветные компоненты, имеют следующие взаимоотношения. Хлорит образует как бы крупные петли, располагаясь в периферической части минерала, а кальцит выполняет центральные части этих петель. В том случае, если кальцит и хлорит выполняют жилки в цветном компоненте, то хлорит располагается по периферии, а кальцит — в центральной части этих жилок.

Основная масса микролитовая, участками гялопилитовая. Нередко в ней наблюдаются то суживающиеся, то расширяющиеся жилки и неправильные лапчатые миндалины, выполненные в центральной части хлоритом, а по периферии — кальцитом.

Магнетит, апатит и сфен присутствуют как включения в полевых шпатах, цветных компонентах и основной массе.

Кварцевые диоритовые порфириды встречаются в зоне разлома вблизи контакта с интрузией, выступающей в ущелье Арвадзор, у развалин церкви. Это крупнозернистые зеленовато-серые породы с многочисленными вкрапленниками цветных компонентов и белесоватых полевых шпатов. Нередко отмечается пиритизация. Структура их полифидовая и плезифидовая; основная масса микрогранитовая. Минералогический состав: плагиоклаз, кварц, цветной компонент (роговая обманка); вторичные: хлорит, эпидот, серицит; рудные: магнетит и пирит.

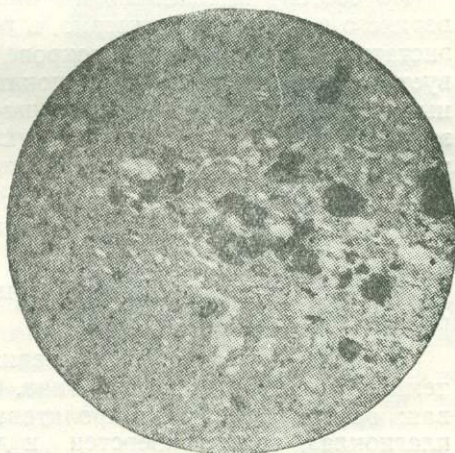


Рис. 7. Вкрапленность пирита в хлоритизированной основной массе кварцевого диоритового порфирида из ущелья Чирагидзор.

У в. 26. Николи II

Отличительной чертой этих диоритовых порфиридов является присутствие в них единичных оплавленных вкрапленников кварца.

В микрогранитовой основной массе отмечается вкрапленность пирита (рис. 7).

Гематитизированные диоритовые порфириды развиты вблизи зон разломов и контакта с диоритовыми интрузиями. Встречены они в верховьях ущелья Чирагидзор, а также в 200—300 м выше устья штольни № 5 и у вершин «Дубовой горки», недалеко от контакта с апикальной частью выступающей здесь интрузии. Структура их полифидовая, плезифидовая, редко олигофидовая; основная масса микролитовая или сильно изменена. Текстура иногда флюидальная.

Минералогический состав: полевые шпаты, цветные компоненты (авгит), гематит, кальцит, хлорит, серицит.

Полевые шпаты, цветные компоненты и микролитовая основная масса изменены процессами серицитизации, кальцитизации и хлоритизации. Кроме того, они интенсивно гематитизированы. По цветным компонентам и полевым шпатам гематит развивается в виде каемок, по трещинкам, или образует мелкие включения. В основной массе он присутствует в виде мелкозернистого агрегата — то равномерно рассеянного, то образующего скопления.

#### ПИРОКСЕНОВЫЕ ПОРФИРИТЫ (БАЗАЛЬТИТОВОГО ТИПА)

Пироксеновые порфириды представлены двумя покровами — верхним и нижним, между которыми залегает верхний покров диоритовых порфиридов.

Нижний покров пироксеновых порфиров, залегающий на нижнем покрове диоритовых порфиров, прослеживается на юго-восточном склоне Сарычухурбаши от верховьев ручья Тоганальсу до водораздельного гребня с ущельем Бахшидзор. Далее, огибая последнее, они протягиваются до восточного отрога г. Пант и по северному его склону доходят до верховьев ущелья Арвадзор. Верхний покров пироксеновых порфиров прослеживается параллельно нижнему от северо-восточного склона вершины Пант через седловину до юго-восточного склона вершины Сарычухурбаши, где он выклинивается.

По составу нижний покров пироксеновых порфиров отличается от верхнего развитием, примерно, в равном количестве авгита, гиперстена и энстатита. В верхнем же покрове из ромбических пироксенов присутствует только энстатит, из моноклинных появляется диопсид в единичных зернах, значительно уменьшается содержание авгита. Кроме того, эти покровы отличаются по структуре основной массы: в нижнем она, главным образом, микролитовая, в верхнем — гиалопилитовая.

Из вторичных процессов в нижнем покрове отмечается интенсивная хлоритизация, а в верхнем — в равной мере хлоритизация и кальцитизация.

Вследствие небольшого различия породы, составляющие оба покрова, описываются совместно.

Пироксеновые порфиры зернистые и афанитовые — то черные, то темносерые, базальтитового типа. Структура их полифировая, плезифирова; основная масса микролитовая и гиалопилитовая. Вкрапленники: плагиоклаз, авгит, гиперстен и диопсид; вторичные: хлорит, эпидот, кальцит, кварц и альбит.

Плагиоклазы присутствуют в 2—3 генерациях. Плагиоклазы первой генерации — мелкие короткопризматической и неправильной формы зерна; плагиоклазы второй генерации — крупные призмы и таблицы. Все они полисинтетически сдвойникованы по альбитовому и часто по периклиновому закону; кроме того, нередко обнаруживают зональное строение. Очертания неровные и нерезкие вследствие корродированности основной массой. Встречаются неправильной формы сростки из 2—3 индивидов. При этом плагиоклаз первой генерации врастает в плагиоклаз второй генерации. Наблюдаются деформированные кристаллы, сцементированные основной массой; некоторые из них характеризуются волнистым погасанием. Из вторичных процессов следует указать слабую пелитизацию, серицитизацию, хлоритизацию; при этом вторичный продукт развивается участками, или в центральной части зональных плагиоклазов, или по их зонам. В некоторых случаях центральная часть зональных плагиоклазов выполнена основной массой породы. По трещинкам катаклаза, наряду с хлоритом, развиваются скопления из мелких зерен рудного минерала и редко — мусковит. Отмечаются включения плагиоклаза в цветной компонент. Кроме того, плагиоклаз из включений содержит мелкие зерна рудного минерала и в значительном количестве — мелкие, нацело хлоритизированные или свежие цветные компоненты.

Из пироксенов преобладающая роль принадлежит энстатиту и гиперстену. В меньшем количестве присутствуют авгит (рис. 8) и редко — диопсид. Все они интенсивно хлоритизированы, в большинстве случаев до полных псевдоморфоз; редко — нацело кальцитизированы, и в этом случае мелкозернистый рудный минерал образует каемки вокруг пироксена. Кроме того, по периферии последних развивается эпидот. Наблюдаются случаи срастания ромбического или моноклинного пироксена, причем первый обнаруживает идиоморфизм над вторым.

Энстатит и клиноэнстатит характеризуются призматической, удлиненно-призматической и неправильной формами. Почти всегда нацело замещены хлоритом и только в некоторых случаях сохраняются в виде отдельных мелких разобщенных участков. Погасание этих участков прямое или доходит до  $19-20^\circ$  (клиноэнстатит). Отмечались совершенно свежие вкрапления энстатита с резко выраженной призматической спайностью и двойниковым швом. Из включений энстатит, кроме вростков плагиоклаза, содержит редкие мелкие зерна рудного минерала и эпидота.

Гиперстен также интенсивно хлоритизирован, но реликты его участков, а также более или менее свежие зерна сохраняются чаще. Форма его удлиненно-призматическая. Спайность хорошо выражена вдоль удлинения. Нередко он хлоритизируется избирательно по трещинкам, при этом хлорит образует петельчатую форму псевдоморфоз с сохранением в центральной части петель гиперстена (рис. 9). Плеохроизм характерный: по Ng—розовый, по Np—зеленоватый. Из включений, кроме плагиоклаза, содержит рудный минерал и апа-

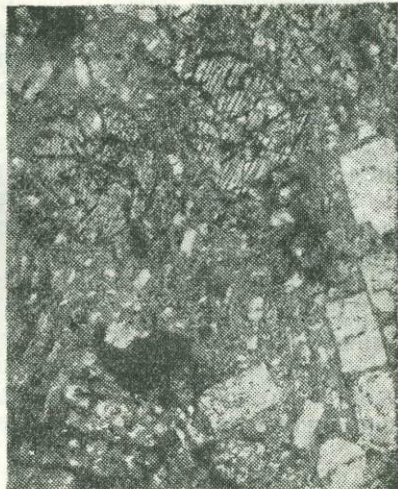


Рис. 8. Вкрапления авгита в пироксеновом порфирите с юго-восточного склона г. Пант.

Ув. 26. Николи II

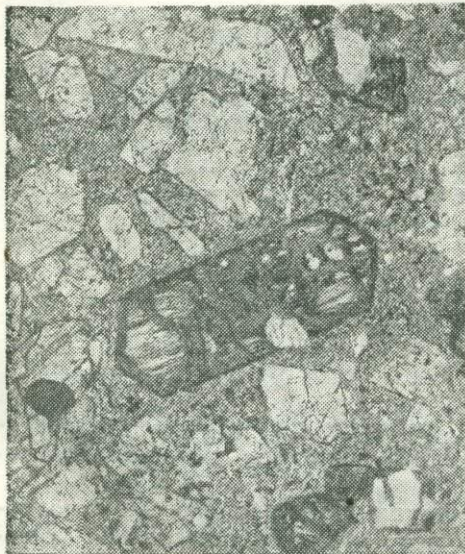


Рис. 9. Петельчатая псевдоморфоза хлорита по гиперстену в пироксеновом порфирите с юго-восточного склона г. Пант.

Ув. 26. Николи+



Рис. 10. Гиперстен с каемкой мелкозернистого эпидота в пироксеновом порфирите с юго-восточного склона г. Пант.

Ув. 26. Николи+

тит. Эпидот в большинстве случаев располагается по периферии гиперстена, образуя вокруг него тонкие каемки (рис. 10). Погасание гиперстена прямое или достигает  $20^\circ$  (клиногиперстен).

Авгит присутствует в виде короткостолбчатых форм, а также характерных для него восьмиугольных сечений. Отмечаются двойники. Неко-

торые зерна нацело хлоритизированы и распознаются по реликтовым формам. Местами по периферии опацифицированы. Содержит вростки и включения плагиоклаза, рудного минерала. Оптические свойства авгита обычные.

Диопсид имеет подчиненное значение. Встречаются более или менее сохранившиеся зерна с плохо выраженной короткостолбчатой формой и нацело замещенные. В первом случае хлорит развивается по трещинкам, в последнем — диопсид распознается по характерным восьмиугольным очертаниям. В процессе эпидотизации, как и у гиперстена, по периферии образуется каемка из мелких зерен эпидота. Есть sdвойникованные зерна. Из включений содержит плагиоклаз и рудный минерал. Угол погасания  $cNg = 38 - 40^\circ$ ;  $Ng - Np = 0,032$ .

Основная масса первого потока пироксеновых порфиритов микролитовая, второго — гиалопилитовая. Микролитовая основная масса интенсивно эпидотизирована и хлоритизирована, в незначительном количестве кальцитизирована и серицитизирована.

Гиалопилитовая основная масса кальцитизирована интенсивнее, чем микролитовая, а эпидот присутствует в меньшем количестве.

Химический анализ пироксеновых порфиритов (обр. № 78) из юго-восточного склона г. Пант и пересчет его на коэффициенты А. Н. Заварицкого приведены в таблице 3.

Таблица 3

Компоненты	Вес, %	Мол. кол.	Пересчет на коэф. Заварицкого
SiO <sub>2</sub>	52,08	0,866	$a = 6,6$
TiO <sub>2</sub>	следы		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,70	0,213	$c = 12,1$
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,69	0,011	$s = 17,2$
FeO	5,46	0,076	$s = 64,0$
MgO	4,82	0,119	
MnO	0,71	0,010	$a' = 2,6$
CaO	9,25	0,164	$f' = 46,3$
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	2,81	0,045	$m' = 51,0$
H <sub>2</sub> O при 110°	0,41		$\varphi = 9,4$
Потери при прокаливании	1,59		
<b>Сумма</b>	<b>100,72</b>		

Анализ произведен в химической лаборатории кафедры петрографии Азербайджанского Индустриального института химиком-аналитиком Е. И. Макаровой.

По А. Н. Заварицкому [17], описываемая порода ближе всего подходит к пироксеновому андезиту, который отличается несколько повышенным содержанием  $a$  (8,2),  $s$  (67,7),  $f'$  (53,1), пониженным количеством  $c$  (10,9),  $b$  (13,2),  $m'$  (38,0).

#### ГЕМАТИТИЗИРОВАННЫЕ И КАЛЬЦИТИЗИРОВАННЫЕ ТУФЫ

Гематитизированные порфиритовые туфы залегают на верхнем покрове пироксеновых порфиритов. Встречены они на восточном склоне г. Пант и на южном склоне г. Сарычухурбаши. В первом пункте мощность их 70 м, а во втором — 90 м.

Гематитизированные туфы тонкозернистые, яшмовидные, кирпично-красного цвета. Текстура их слабослоистая, структура витрокластическая. Представлены они кварцем, плагиоклазом, магнетитом, гематитом, чешуйками биотита, хлорита и обломками пород; аксессуарные—апатит и турмалин. Цементирующая фельзитовая масса в количественном отношении уступает обломкам (рис. 11).

Плагиоклазы и цементирующая фельзитовая масса интенсивно гематитизированы. В случае полных псевдоморфоз гематита плагиоклазы распознаются по очертаниям и более светлой бурой окраске.

С гематитизированными туфами тесно связаны их кальцитизированные разновидности. Структура последних порфирокластическая; текстура мандельштейновая, местами брекчиевидная. Представлены они вкрапленниками и обломками плагиоклазов, рудным минералом (магнетит, ильменит и гематит); из вторичных присутствуют кальцит, хлорит, серицит и лимонит. Цементирующим веществом является фельзитовая масса.

Вкрапленники и обломки плагиоклазов нацело кальцитизированы.

Фельзитовая цементирующая масса пятнами кальцитизирована, иногда равномерно хлоритизирована и всегда обильно усеяна точечными зернами магнетита и порошкообразного гематита.

В мандельштейновых разностях наблюдаются пустоты неправильной формы, выполненные хлоритом или кальцитом, то порознь, то в ассоциации друг с другом. По периферии пустот развивается порошковидный гематит. В брекчиевидных кальцитизированных фельзитовых туфах по трещинкам наблюдается развитие кварца и мелкозернистых скопленений магнетита.

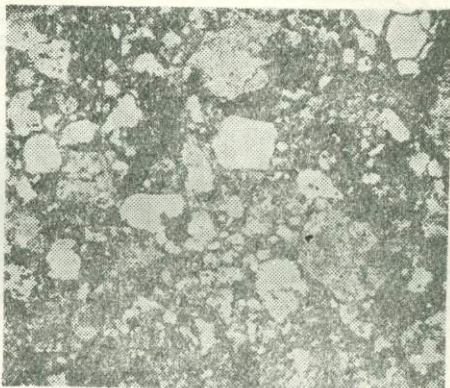


Рис. 11. Гематитизированный туф с юго-восточного склона г. Пант.  
Ув. 26. Николи II

### АФАНИТОВЫЕ ПОРФИРИТЫ

Выше гематитизированных и хлоритизированных туфов залегают афанитовые порфириты, прослеживающиеся по северо-восточному склону Сарычухурбаши и по юго-восточному склону последнего в верховьях Чирагидзорского ручья.

Представлены они фиолетово-черными породами афанитового сложения с редкими вкрапленниками плагиоклаза, размером до 1 мм. Структура полифировая, олигофировая. Основная масса микрофельзитовая. Вкрапленники—плагиоклаз и роговая обманка; рудный минерал—магнетит, гематит; аксессуарные—апатит, вторичные—кальцит и хлорит.

### ХЛОРИТИЗИРОВАННЫЕ ПЛАГИОКЛАЗОВЫЕ ПОРФИРИТЫ

Верхнебайос-батский эффузивный комплекс Чирагидзорского рудного поля венчается хлоритизированными плагиоклазовыми порфиритами вершин гг. Сарычухурбаши и Пант. Это серые породы с бурым, зеленым или фиолетовым оттенком и мелкими вкрапленниками полевого шпата размером до 1—2 мм. Они интенсивно хлоритизированы, в меньшей мере кальцитизированы и окварцованы. Структура полифировая, плезифировая. Основная масса фельзитовая и пилотакситовая.

Вкрапленники: плагиоклазы и редко—авгит; рудные—магнетит; акцессорные—апатит и сфен; вторичные—хлорит, кальцит, кварц и лимонит.

Плагиоклаз интенсивно замещен хлоритом, кальцитом и нередко агрегатом вторичного кварца.

Авгит нацело кальцитизирован и реже хлоритизирован. В последнем случае хлорит развивается в ассоциации с кальцитом.

Фельзитовая основная масса хлоритизирована, кальцитизирована и изобилует мелкозернистым агрегатом рудного минерала. Иногда наблюдается сегрегация последнего вокруг миндалин или вкрапленников породы.

## ИНТРУЗИВНЫЕ ПОРОДЫ

### БАХШИДЗОРСКАЯ ИНТРУЗИЯ

Бахшидзорская интрузия представлена разобщенными выходами, сосредоточенными, главным образом, в северо-восточной и северной части исследуемой территории. Всего таких выходов—массивов 12. Различаются они между собой как по форме, так и по площади распространения. Форма крупных массивов штокообразная, с резко извилистыми контурами; более мелкие имеют линзовидные или пластовые очертания. Наибольший выход Бахшидзорской интрузии не превышает 2 км<sup>2</sup>, а наименьший—0,008 км<sup>2</sup>.

Для характеристики указанных массивов Бахшидзорской интрузии их удобно разбить по географическим признакам на 4 группы. В первую группу—Арвадзорскую, располагающуюся в верховьях бассейна Арвадзора, входят 4 массива. Первый из них, наиболее крупный, удлиненный почти в меридиональном направлении, располагается у развалин церкви. Площадь его в пределах карты—0,2 км<sup>2</sup>. Второй массив располагается к западу от первого по ручью Арвадзор и имеет дугообразную форму с простираем, меняющимся от широтного до юго-западного. Площадь его—0,09 км<sup>2</sup>. Третий массив располагается на юго-запад от второго, на правом склоне притока Арвадзор (к западу от высотной отметки 1834,5 м). Вытянут он в меридиональном направлении и имеет площадь 0,03 км<sup>2</sup>. Четвертый выход, самый меньший, располагается к югу от первых трех и к северо-западу от высотной отметки 1738,5 м. Он имеет дугообразную форму и ориентирован так же, как и второй массив.

Вторая группа—Бахшидзорская также объединяет 4 массива. Самый крупный из них, являющийся одновременно наибольшим массивом в пределах исследуемой территории, имеет довольно сложную конфигурацию, расширенную в центральной части и суживающуюся как на северо-запад, так и на юго-восток. Площадь его — 1,05 км<sup>2</sup>. Второй, наименьший массив имеет овальную форму. Площадь его—0,004 км<sup>2</sup>. Он располагается почти рядом с центральной частью первого массива. Третий массив находится на гребне «Дубовой горки», а четвертый занимает одну из вершин этой горки. Оба массива небольшие—от 0,03 до 0,07 км<sup>2</sup> и вытянуты в северо-восточном направлении.

Третья группа обнажается по шоссе между сс. Азат и Мартуни. Эта группа отличается резко выраженной линзовидной формой. Причем в районе сел. Мартуни фиксируются два выхода интрузии. Один из них имеет северо-восточное направление, другой—меридиональное, причем к югу от сел. Азат он ориентирован на северо-запад.

Наконец, в четвертую группу входит лишь один массив, расположенный к северо-западу от пос. «101 пикета». Он имеет площадь 0,008 км<sup>2</sup>.

Все перечисленные выходы, повидимому, соединяются на глубине, образуя одну мощную интрузию, прорывающую как аален-нижнебайосские кварцевые плагиопорфиры, так и низы верхнебайос-батских эффузивов (агломератные лавы и нижние покровы диоритовых порфиритов). Породы эти вдоль контакта интрузии изменены—эпидотизированы, каолинизированы, серицитизированы, окварцованы и пиритизированы.

Верхняя граница рассматриваемой интрузии не установлена. Что же касается фаунистически охарактеризованной сеноманской толщи, то она находится с интрузией в тектоническом контакте и не подвергалась какой-либо метаморфизации от нее.

Бахшидзорская интрузия резко отличается от Зурнабадской интрузии тем, что последняя прорывает сеноман и турон, и породы ее (гранодиориты) имеют свежий облик. Что касается Бахшидзорской интрузии, то она по своему разрушенному облику напоминает досеноманскую Мехманинскую интрузию. Породы ее характеризуются крупно-, средне- и мелкозернистым сложением, зеленовато-серой, реже розовой окраской; они нередко лимонитизированы, каолинизированы, приобретая буроватый и белесоватый оттенки. В зонах контактов они брекчированы и перемяты. Кроме того, наблюдается сильная пиритизация.

Детальное исследование пород Бахшидзорской интрузии дало возможность выделить кварцевые диориты, диоритовые порфириты и кварцевые сиенит-диориты.

#### КВАРЦЕВЫЕ ДИОРИТЫ И ДИОРИТОВЫЕ ПОРФИРИТЫ

Кварцевые диориты слагают центральную часть интрузии, выступающей в 2 км к юго-западу от сел. Камо, среди среднеюрских порфиритов. Это серые крупнозернистые выветрелые породы. Структура их порфировидная, гипидиоморфнозернистая, местами гранофировая. Минералогический состав представлен плагиоклазом, ортоклазом, кварцем, роговой обманкой, пироксеном, магнетитом, апатитом, сфеном, кальцитом, хлоритом, эпидотом и лимонитом.

Плагиоклаз—вкрапленник имеет призматические и неправильные зерна с неровными и нерезкими очертаниями. Некоторые образуют сростки из 2—3 индивидов. Двойники простые и полисинтетические, иногда по переклиновому закону. Наблюдается зональность. Деформированные вкрапленники имеют неравномерное погасание. Все плагиоклазы в различной мере пелитизированы, серицитизированы, реже эпидотизированы. Мелкие зерна плагиоклаза включены в измененный цветной компонент. Сам плагиоклаз из включений содержит рудный минерал.

Ортоклаз подчинен плагиоклазу. Форма его таблитчатая и неправильная. Наблюдается спайность вдоль удлинения. Зерна равномерно пелитизированы, участками эпидотизированы.

Кварц в структурном отношении подчинен плагиоклазу. Форма его неправильная, с извилистыми очертаниями. Деформированные зерна имеют неравномерное погасание.

Цветные компоненты полностью замещены, причем одни из них кальцитизированы, другие хлоритизированы. Кальцитизированные цветные компоненты по призматической форме и плохо сохранившемуся восьмиугольному сечению относятся к пироксенам. В структурном отношении им подчинены хлоритизированные амфиболы, в которых они присутствуют в виде включений. Кроме того, в пироксенах наблюдаются вросстки плагиоклазов, а также включения рудного минерала и апатита. Изредка, наряду с кальцитом, развивается хлорит. Хлоритизированные цветные компоненты по узко- и длиннопризматическому габ-

тусу и шестиугольному сечению относятся к роговой обманке. Они образуют крупные сростки крестообразной формы, иногда содержат пойкилофитовые вроски плагиоклаза. Включения—рудный минерал и апатит. По роговой обманке, наряду с хлоритом, иногда развивается кальцит, почти всегда с потеками гидроокиси железа.

Магнетит имеет несколько форм нахождения: в виде вкрапленников более или менее изометрической формы, мелких включений в цветном компоненте и плагиоклазах и в виде мелкозернистых образований. Апатит и сфен—мелкие зерна, неравномерно распределенные в породе.

Кварцевые диоритовые порфириды слагают краевые части Арвадзорской и Бахшидзорской групп выходов, центральные части которых сложены кварцевыми диоритами.

Кварцевые диоритовые порфириды—среднезернистые, буровато-зеленого и темнозеленого цвета породы с таблитчатыми кристаллами белесоватых полевых шпатов и зеленой роговой обманкой, длиной до 8 мм. Участками они с поверхности ожелезнены. Структура их гранит-порфировая. Основная масса микрогранитовая, участками гранулитовая. Вкрапленники: плагиоклаз, авгит, роговая обманка, кварц; акцессорные—магнетит, апатит, сфен и циркон; вторичные—хлорит, серицит, эпидот, пелит.

Плагиоклазы таблитчатой, призматической и неправильной формы, иногда образуют сростки из 2—3 индивидов. Границы у некоторых неясные и они нерезко отделяются от основной массы. По трещинкам деформации развивается кварц основной массы. Двойники полисинтетические, по альбитовому и периклиновому законам. Наблюдается слабо выраженная зональность. Плагиоклазы серицитизированы пятнами, по зонам, иногда интенсивно эпидотизированы. Из включений изредка присутствует авгит, обычны магнетит и апатит.

Кварц—единичные мелкие неправильной формы вкрапленники, сильно трещиноватые или корродированные основной массой.

Роговая обманка в количественном отношении варьирует. Представлена она узкопризматической, таблитчатой и неправильной формы вкрапленниками, обычно нацело хлоритизированными, вследствие чего спайность затусевана. Наблюдаются вроски плагиоклазов и авгита.

Авгит в количественном отношении также варьирует и в некоторых случаях присутствует в единичных зернах. Форма его короткостолбчатая и неправильная. Спайность вдоль удлинения. Угол погасания  $cNg = 38^\circ$ ;  $Ng - Nr = 0,024$ . Есть сдвойникованные кристаллы. В случае деформации наблюдаются трещинки и неравномерное волнистое погасание. Из включений содержит вроски плагиоклаза, рудного минерала и апатита. По трещинкам спайности и периферии наблюдается хлоритизация.

Магнетит присутствует в большом количестве и представлен неправильной формы зернами с неровными очертаниями.

Основная масса гипидиоморфнозернистая с явным идиоморфизмом роговой обманки по отношению к полевым шпатам. Последние то идиоморфные в отношении кварца, то ксеноморфные. Вследствие этого образуются участки с микрогранулитовой основной массой. Роговая обманка мелкопризматической формы со спайностью и отчетливым плеохроизмом.

Полевые шпаты—плагиоклаз таблитчатой и неправильной формы со слабо выраженным двойниковым строением и ортоклаз, располагающийся в интерстициях плагиоклазовых зерен. Кварц занимает промежутки между полевыми шпатами или образует изометричные зерна, рельефно выделяющиеся на фоне измененной полевошпатовой массы.

Кроме того, основная масса участками хлоритизирована и изредка лимонитизирована.

Апатит, сфен и циркон присутствуют в виде редких зерен с обычными оптическими свойствами.

Химический состав кварцевых диоритовых порфиритов (обр. № 19) из краевой части первого массива Арвадзорской группы, произведенный в химической лаборатории кафедры петрографии Азербайджанского Индустриального института химиком-аналитиком Е. И. Макаровой, и пересчет их на коэффициенты А. Н. Заварицкого приведены в таблице 4.

Таблица 4

Компоненты	Вес, %	Мол. кол.	Пересчет на коэф Заварицкого
SiO <sub>2</sub>	56,14	0,934	a=11,5
TiO <sub>2</sub>	0,17	—	c=8,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,78	0,214	b=13,4
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,56	0,010	s=66,9
FeO	3,25	0,045	a'=21,3
MnO	0,60	0,008	f'=38,8
MgO	3,07	0,075	
CaO	6,35	0,113	φ=10,6
Na <sub>2</sub> O*	5,06	0,081	
H <sub>2</sub> O при 100°	0,25		
Потери при прокал.	2,51		
<b>Сумма</b>	<b>100,74</b>		

\* Сумма хлоридов пересчитана на Na<sub>2</sub>O (KCl+NaCl=9,55)

По А. Н. Заварицкому [17], данная порода ближе всего подходит к кварцевому диориту, который отличается пониженным содержанием а (10,8), с (5,8), повышенным количеством b (14,5), s (63,9), f' (44,7).

#### КВАРЦЕВЫЕ СИЕНИТ-ДИОРИТЫ

Кварцевые сиенит-диориты слагают апикальную эндоконтактовую часть интрузии. Это розовато-серые мелкозернистые порфиридные породы, иногда интенсивно лимонитизированные. Структура гипидиоморфнозернистая. Минералогический состав: плагиоклаз, ортоклаз, кварц, роговая обманка, магнетит, пирит, хлорит, кальцит, эпидот, лимонит. Как полевошпатовая часть породы, так и цветные компоненты (роговая обманка) присутствуют в двух генерациях. Минералы первой генерации образуют вкрапленники, а второй—основную массу породы.

Плагиоклаз-вкрапленник представляет собой крупные, таблитчатой формы зерна с полисинтетическими двойниками или без них. Очертания иногда неровные, нерезкие и корродированные. Некоторые из них образуют крупные неправильной формы сростки. Наблюдаются периклиновые двойники. Все они равномерно пелитизированы, в меньшей мере серицитизированы и пятнами кальцитизированы и эпидотизированы.

Ортоклаз присутствует в виде единичных вкрапленников таблитчатой и неправильной формы с нерезкими, сливающимися с основной массой контурами. Равномерно пелитизирован, участками эпидотизирован и кальцитизирован.

Цветные компоненты призматической формы могут быть отнесены к роговой обманке. Они нацело хлоритизированы. Иногда наряду с хлоритом развивается небольшое количество эпидота и кальцита. Из включений содержит магнетит.

Минералы второй генерации составляют основную массу породы с гипидиморфнозернистой структурой, часто переходящей в гранофировую. В первом случае ясно наблюдается идиоморфизм мелкотаблитчатых и призматических зерен роговой обманки, призмочек плагиоклаза, которым в структурном отношении подчинены неправильные формы ортоклаза и кварца. Последние в участках с гранофировым прорастанием имеют извилистые лапчатые очертания, вдающиеся друг в друга. Полевые шпаты довольно равномерно серицитизированы, частью хлоритизированы и реже кальцитизированы и эпидотизированы.

Рудный минерал представлен магнетитом, наряду с которым присутствует пирит. Форма магнетита то изометричная, то неправильная, иногда с потеками гидроксида железа. Мелкие зерна образуют неправильные формы скопления. Пирит—неправильной формы. Он интенсивно лимонитизирован и в этом случае сохраняется в виде отдельных реликтов. Приурочивается пирит к хлоритизированным цветным компонентам.

Хлорит образует полные псевдоморфозы по цветным компонентам. Представлен пеннином. Кальцит—в виде мелкозернистых образований с обычными оптическими свойствами. Развивается в ассоциации с хлоритом или самостоятельно. Эпидот замещает полевые шпаты или выделяется в процессе хлоритизации цветных компонентов.

Эндоконтактовые породы Бахшидзорской интрузии представлены роговообманковыми диоритовыми порфиритами и пегматоидными кварцевыми диоритами.

Роговообманковые диоритовые порфириты встречаются в эндоконтактовых зонах Бахшидзорской и Арвадзорской групп выходов. Характеризуются они светлофиолетовой окраской и мелкими зернами полевых шпатов и темноцветных компонентов. В зоне контакта они сильно брекчиированы и перемяты. По плоскостям отдельности они ожелезнены и местами покрыты натеками медной зелени. Кроме того, наблюдаются пиритизированные участки. Структура их гранитпорфировая. Основная масса микрогранитовая, мелко- и крупнозернистая. Вкрапленники представлены полевыми шпатами и цветными компонентами; отмечаются единичные зерна кварца.

Вкрапленники плагиоклазов почти всегда интенсивно изменены и на фоне основной массы выделяются слабо. Затронуты они процессами серицитизации, кальцитизации, эпидотизации и слабо — лимонитизации. Реликтовые формы и участки их наблюдаются редко, и в этом случае констатируются двойники и зональное строение. Плагиоклазы часто со следами катаклаза в виде трещин, выполненных основной массой или хлоритом.

Цветной компонент, судя по призматическому габитусу, представлен роговой обманкой. Часто наблюдаются неправильные формы. Роговая обманка нацело хлоритизирована и иногда одновременно лимонитизирована. Кроме того, наблюдается слабая кальцитизация.

Кварц—в виде единичных вкрапленников; трещиноват, с неровными или оплавленными очертаниями.

Основная масса микрогранитовая. Она сильно изменена процессами хлоритизации, кальцитизации, лимонитизации, эпидотизации и серицитизации. Все эти процессы развиваются, главным образом, за счет полевошпатовой части. Кварц выступает то в виде более или менее изометричных, то неправильных с лапчатыми очертаниями образований. Кроме того, в основной массе наблюдаются чешуйки биотита. Он волокнистый и переходит в хлорит.

Магнетит в виде неправильных вкрапленников образует включения в основной массе или, как более позднее образование, развивается в виде скоплений из мелких зерен по цветному компоненту. Поздний

магнетит приурочивается к хлоритизированным участкам основной массы. Аксессуары—апатит и сфен в единичных количествах приурочиваются к магнетиту.

Пегматоидные кварцевые диориты образуют западные и восточные эндоконтакты Арвадзорского массива.

Это крупно- и мелкозернистые зеленовато-серого и светлосерого цвета породы с многочисленными вкрапленниками полевых шпатов и цветных компонентов. В большинстве случаев они секутся разломами северо-восточного простирания, вследствие чего каолинизированы, пиритизированы и заохрены. Структура их пегматоидная. Минералогический состав: полевой шпат, кварц, роговая обманка, пирит, рутил, серицит, каолинит, кальцит и хлорит.

Полевой шпат обычно неправильной, редко—плохо выраженной призматической формы, иногда с двойниковым строением. Размеры его—то крупные, то очень мелкие. И в том и в другом случае образует пегматоидные сростки с кварцем, в массе которого выступает в виде мелких призмочек и неправильных участков, нацело замещенных кальцитом и хлоритом. Крупные образования полевого шпата серицитизированы и пелитизированы, вследствие чего имеют бурюю окраску.

Кварц присутствует в виде крупных зерен неправильной формы с пегматоидными включениями полевых шпатов. Последние загрязнены серицит-пелитовым агрегатом. Из включений содержит роговую обманку и апатит.

Роговая обманка представлена мелкими и длинными призмочками, нацело замещенными пеннином. Мелкие призмочки образуют пойкилитовые включения в кварце.

Пирит присутствует в значительном количестве в виде неправильных зерен; рутил—в виде скоплений из мельчайших кристалликов, иногда ассоциирующих с пиритом. Апатит образует мелкие и редкие кристаллики, включенные в кварц и полевой шпат.

### ЖИЛЬНЫЕ ПОРОДЫ

Жильные породы секут массивы Бахшидзорской диоритовой интрузии, кварцевые плагиопорфиры, нижние покровы диоритовых и пироксеновых порфиритов. Простирание их меридиональное, СВ 25—75° и СЗ 300—350°. Мощность их варьирует от 1 до 18 м. По составу среди них выделены диабазовые, плагиоклазовые порфириты, порфиroidные кварцевые диориты и лейкодиориты.

Диабазовые порфириты имеют наибольшее распространение. Встречены они в верховьях ущелья Арвадзор, по шоссе на дороге возле Чирагидзорского рудника (рис. 12) и у пос. «101 пикета», выше сел. Аджиакперли и в верховьях Тоганальсу. Они прорывают кварцевые плагиопорфиры и нижний покров диоритовых порфиритов. Простирание их СВ 50—75° и СЗ 300—350°, мощность варьирует от 1 до 4 м и только в одном случае—до 18 м.

Внешне это тонкозернистые темнозеленые эпидотизированные породы. Структура их порфиroidная, основная масса микродиабазовая. Минералогический состав: плагиоклазы, авгит, диопсид, гиперстен, энстатит, магнетит, гематит, сфен, апатит; из вторичных — хлорит, кальцит, каолинит.

Плагиоклазы призматической и таблитчатой формы. Двойники полисинтетические, реже простые. Нередки зональные и несдвойникованные индивиды. Ограничения правильные и резкие, в случае коррозионности основной массой неровные и расплывчатые. Погасание +28°, что соответствует андезин-лабрадору № 50. Отдельные индивиды, срастаясь, образуют крупные порфиroidные агрегаты. Из вторичных про-

цессов следует отметить кальцитизацию, хлоритизацию и пелитизацию, развивающиеся участками по зонам или в центральной части плагиоклазов. Из включений содержит рудный минерал и цветные компоненты.

Гиперстен полностью замещен хлоритом и кальцитом. В последнем случае образуется петельчатая псевдоморфоза, причем центр петель выполнен кальцитом, а периферия—хлоритом. Распознается гиперстен по призматическим формам и реликтовым участкам, характеризующимся спайностью, прямым погасанием и плеохроизмом. Содержит мелкие включения плагиоклаза и рудный минерал.

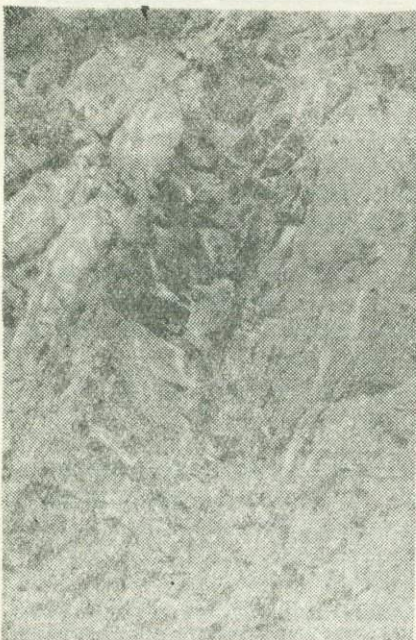


Рис. 12. Дайка диабазового порфирида, секущая кварцевые плагио-порфиры по шоссе у Чирагидзорского рудника

ки, просвечивающие красновато-бурым цветом.

Хлорит (пеннин и реже клинохлор) развивается за счет цветных компонентов, основной массы и в меньшей мере—плагиоклазов. Кальцит большей частью развивается по моноклинным и в меньшей мере—ромбическим пироксенам. Кроме того, он интенсивно замещает основную массу и в меньшей мере—плагиоклазы. По времени образования предшествовал хлориту.

Основная масса микродиабазовая. Состоит из лейстов, плагиоклаза, в промежутках между которыми развивается кальцит, хлорит и вторичный кварц. Кроме того, по основной массе равномерно рассеян рудный минерал (магнетит и единичные зерна гематита) и встречаются мелкие зерна сфена и апатита.

Плагиоклазовые порфириды встречаются в среднем течении Бахшидзора, где они секут крупный выход Бахшидзорской интрузии, и на водоразделе между Ксюшиным Логом и вторым левобережным притоком ручья Чирагидзор. В последнем пункте они прорезают нижний покров диоритовых порфиридов. Характеризуются эти дайки мелкими полевошпатовыми вкрапленниками и мелкозернистой основной массой. Окраска серая. Структура порфировая, монофировая, олигофировая. Основная масса—микролитовая. Вкрапленники—плагио-

Энстатит нацело хлоритизирован. Редкие сохранившиеся от замещения участки имеют обычные для этого минерала оптические свойства.

Авгит присутствует в виде короткостолбчатых форм и характерных восьмиугольных сечений. Обычно замещен кальцитом и реже — совместно с ним хлоритом. Образует агрегатные сростки из 3—4 индивидов. Изредка встречаются незамещенные зерна с углом погасания  $cNg = 44^\circ$ ;  $Ng - Np = 0,026$ .

Диопсид нацело замещен хлоритом. Констатировать его удастся только по наличию поперечных сечений этого минерала, характеризующихся слабо развитыми призматическими гранями.

Магнетит отмечен в двух генерациях. Магнетит первой генерации присутствует в малом количестве в виде небольших вкрапленников, а также включений в плагиоклазах и цветных компонентах. Магнетит второй генерации равномерно рассеян в основной массе. Он образует мелкие октаэдры, прямоугольнички и неправильные зерна. Гематит — редкие мелкие пластинки.

жлазы. В основной массе, кроме указанного минерала, отмечены кварц и магнетит; из вторичных—кальцит и серицит.

Плагиоклазы—призматической и неправильной формы, нередко с извилистыми концевыми гранями. Двойники простые и полисинтетические. В последнем случае закон альбитовый и реже—периклиновый. Наблюдается слабая зональность. Некоторые индивиды раздроблены с одновременным погасанием отдельных участков. Все плагиоклазы равномерно пелитизированы, а иногда значительно серицитизированы. Отдельными мелкими участками развивается хлорит и эпидот. Из включений отмечаются мелкие неправильные зерна магнетита.

Основная масса микролитовая. Плагиоклазы с простыми и полисинтетическими двойниками; нередко вообще несдвойникованные зерна. Они слабо, но равномерно пелитизированы и в меньшей мере—серицитизированы. Между микролитами и лейстами плагиоклазов отмечаются зерна кварца с извилистыми очертаниями и волнистым погасанием. Магнетит довольно равномерно распределен по основной массе. Форма его неправильная. Более крупные зерна образуют мелкие вкрапленники. Кроме указанных минералов, в основной массе развиваются кальцит, хлорит и эпидот. Кальцит—преобладающий вторичный минерал. Выполняет он мелкие, округлой и неправильной формы пустоты породы. Эпидот имеет ту же форму нахождения, что и хлорит, однако в количественном отношении уступает ему.

Роговообманково-пироксеновые порфириды встречаются южнее первого массива Арвадзорской группы выходов и ниже слияния второго левого притока с ручьем Чирагидзор. В первом случае они секут нижний поток диоритовых порфиритов, а во втором—кварцевые плагиопорфиры. Аналогичная дайка прослеживается между поселком «101 пикета» и сел. Мартуни, в 1,5 км от последнего. Простирание ее СЗ 340—350°; мощность—4—12 м. Ее породы характеризуются афанитовым сложением и темносерой, почти черной окраской. Структура полифировая, плезифировая; основная масса полевошпатовая, фельзит-микролитовая. Вкрапленники: плагиоклаз, роговая обманка, авгит и магнетит; вторичные—хлорит, кальцит, серицит.

Плагиоклазы—преобладающие вкрапленники. Форма таблитчатая, призматическая, часто неправильная. Очертания часто неровные и нерезкие. Двойники полисинтетические; наблюдается зональность, а также сростки отдельных индивидов в крупный порфировидный агрегат. Мелкие плагиоклазы образуют пойкилофитовые вроски в замещенных цветных компонентах. Все они незначительно изменены кальцитизацией, хлоритизацией и серицитизацией и характеризуются многочисленными нитевидными трещинками. Кроме того, они участками замещены основной массой породы. Погасание волнистое. Включения—мелкие зерна магнетита.

Роговая обманка распознается по реликтам призматических форм. Она нацело хлоритизирована и в меньшей мере кальцитизирована. Образует сростки с авгитом. Из включений содержит магнетит и мелкие зерна плагиоклаза.

Авгит нацело кальцитизирован и только в единичных случаях отмечаются реликтовые участки с обычными для него оптическими свойствами. Включения—мелкие плагиоклазы и магнетит.

Магнетит—мелкие вкрапленники неправильной формы и включения в цветных компонентах. В отдельных случаях точечные зерна магнетита довольно равномерно рассеяны по основной массе породы. Основная масса кальцитизирована и хлоритизирована.

Порфировидные кварцевые диориты. Дайки этих пород встречаются по шоссе между пос. «101 пикета» и сел. Мартуни. Ха-

рактируются они среднезернистым сложением и серой окраской. Структура полнокристаллическая, порфировая. Минералогический состав: плагиоклазы, кварц, авгит, роговая обманка, магнетит; вторичные—хлорит, серицит, эпидот, кальцит и лимонит. Плагиоклазы первой генерации образуют порфировидно выделяющиеся вкрапленники призматической или таблитчатой формы. Двойники их простые и полисинтетические; очень часто наблюдается зональность. Отдельные индивиды образуют агрегатные сростки. Затронуты процессами серицитизации и в незначительной мере—хлоритизации и эпидотизации. Плагиоклазы второй генерации вместе с кварцем составляют главную массу породы.

Кварц присутствует примерно в равном количестве с плагиоклазом второй генерации. Зерна его изометричны. Содержит включения рудного минерала, серицитовых чешуй; отдельные пустоты выполнены хлоритом.

Роговая обманка составляет мелкозернистый агрегат породы.

Авгит, как и плагиоклаз первой генерации, образует вкрапленники. Форма призматическая. Редки плохо сохранившиеся восьмиугольные сечения. Почти всегда хлоритизирован и сохранился отдельными участками. Погасание  $cNg = 46^\circ$ ;  $Ng - Nr = 0,026$ . Изредка наблюдаются двойники. Из включений содержит магнетит.

Магнетит в виде мелких кристалликов включен в цветной компонент и редко—в плагиоклазы.

Хлорит (пеннин) развивается в малом количестве по плагиоклазам, чаще—по цветным компонентам. Кроме того, он располагается по контакту отдельных минералов основной массы. Серицит замещает плагиоклазы—вкрапленники, реже—основной массы. Эпидот незначительно развивается по плагиоклазам и цветным компонентам. Кальцит имеет ту же форму нахождения, что и эпидот. Лимонит приурочивается к хлоритизированной роговой обманке, магнетиту и измененному авгиту.

**Лейкодиориты.** Дайка лейкодиорита встречена в ущелье Чирагидзор, примерно в 500—600 м выше места слияния верхнего правого притока с ручьем Чирагидзор. Сечет она пироксеновые порфириты в северо-восточном направлении. Характеризуется мелкозернистым сложением и белесоватой окраской. Структура гипидиоморфнозернистая. Минералогический состав представлен плагиоклазом; из вторичных присутствуют каолинит, хлорит, эпидот и лимонит. Плагиоклазы имеют призматическую и неправильную форму. Многие из них трещиноваты и участками образуют плохо индивидуализированный агрегат. Они интенсивно пелитизированы, значительно реже хлоритизированы и эпидотизированы. Вследствие указанных процессов двойниковое строение выражено очень слабо.

Эпидот и хлорит развиваются мелкими неправильными образованиями.

Лимонит образует редкие потеки вблизи эпидотовых зерен.

## ВТОРИЧНЫЕ КВАРЦИТЫ

Вторичные кварциты образовались за счет кварцевых плагиопорфиров и диоритовых порфиритов, приуроченных к зонам разломов северо-восточного простирания. Наибольшим развитием они пользуются в пределах месторождения, где наблюдается постепенный переход от кварцевых плагиопорфиров к вторичным кварцитам и последних—к рудным штокам. Микроскопически это серые, светлосерые, белесоватые, вследствие лимонитизации—буроватые, мелкозернистые и сливные породы. Те, что образовались за счет кварцевых плагиопорфиров, иногда со-

держат вкрапленники кварца или неизменные участки последних, вследствие чего вторичные кварциты приобретают псевдобрекчиевидную структуру.

По составу среди них выделены чистые разности вторичных кварцитов, серицитовые, каолинизированные и пиритизированные. Первые—светлосерые, мелкозернистые и сливные породы, местами с вкрапленниками реликтового кварца. Структура их гетеробластическая, порфиробластическая. Минералогический состав: кварц, полевой шпат, пирит, гематит, сфен, рутил и лимонит.

Кварц присутствует первичный и вторичный. Первичный кварц—в виде деформированных вкрапленников с одновременным угасанием и корродированными очертаниями. Иногда первоначальная форма кристалла вырисовывается по регенерационной каемке, в массе которой наблюдается мелкозернистый агрегат вторичного кварца (регенерация в процессе окварцевания). Вторичный кварц имеет две формы нахождения. Первая, более ранняя, образует главную массу породы и представлена то лапчатыми, то перьевидными агрегатами мелко- и крупнозернистой структуры. Вторая форма—выполнение жилок. Этот кварц более крупнозернистый и представлен перьевидными агрегатами, нарастающими перпендикулярно к стенкам жилок. Полевой шпат полностью замещен микрофельзитом вторичного кварца. О наличии его можно судить по реликтам призматических форм. В процессе кварцитизации плагиоклаза выделяется каолинит. К этим же псевдоморфозам приурочены гематит и лимонит. Рутил присутствует в значительном количестве. Он представлен хорошо образованными кристаллами, переходящими по периферии в сфен. Последний имеет две формы нахождения: в виде мелких агрегатных скоплений и как продукт замещения рутила. Пирит присутствует в виде отдельных зерен с извилистыми очертаниями; редки изометричные формы. Изменяясь, переходит в гематит и лимонит. Гематит встречается редко в виде гексагональных табличек и пентагональных сечений. Последние свидетельствуют об образовании его за счет пирита. Лимонит развивается по микротрещинам, по контуру кварцевых зерен и отдельным небольшим участкам.

Серицитовые вторичные кварциты через пиритизированные и каолинизированные разности переходят в кварцевые плагиопорфиры. Они пепельно-серого цвета с мелкими реликтовыми вкрапленниками первичного кварца. Участками лимонитизированы. Структура их порфиробластическая, основная масса гранобластическая. Минералогический состав: кварц, серицит, пирит, сфен и лимонит.

Кварц присутствует первичный и вторичный. Первичный образует вкрапленники—то крупные, то более мелкие. Крупные нередко деформированы с последующей цементацией мелкозернистым агрегатом вторичного кварца. Погасание его неравномерное. Пустоты первичного кварца выполнены вторичной разностью этого минерала. Вторичный кварц представляет собой, главным образом, продукт перекристаллизации основной массы. Он мелко- и среднезернистый, с лапчатыми очертаниями и волнистым погасанием. Серицит имеет две формы нахождения: первая из них—это псевдоморфозы по мелким таблитчатым зернам полевого шпата основной массы; вторая—выполнение жилок и промежутков между зернами вторичного кварца. И в том и в другом случае он представляет собой чешуйчатый агрегат, группирующийся в волокна. Пирит присутствует в двух генерациях. Пирит первой генерации, в виде мелких зерен с ровными и извилистыми очертаниями, ассоциирует со вторичным кварцем, будучи более ранним или одновременным с ним образованием. Пирит второй генерации располагается в

промежутках кварцевых зерен, образуя сидеронитовую структуру. Лимонит выполняет жилки породы и небольшими участками развивается по серицитовому агрегату.

Каолинизированные вторичные кварциты значительно развиты вдоль главных зон разломов Ксюшина Лога и Ниуимфдзора. Кроме того, они встречены по Азатчаю, примерно в 100 м выше моста. Они белесоватые, с вкрапленниками реликтового кварца и нацело замещенного полевого шпата. Структура их порфиروбластическая. Минералогический состав: кварц, полевые шпаты, каолинит, кальцит, серицит, сфен и апатит.

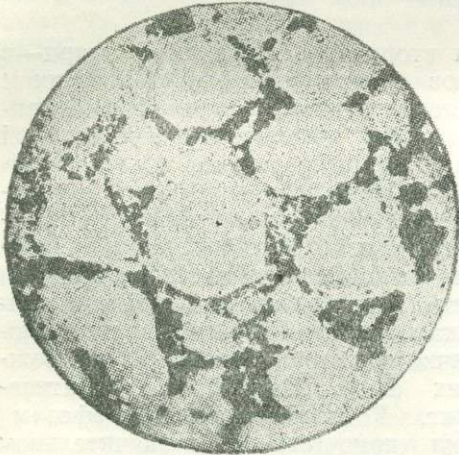


Рис. 13. Импрегнация пиритом „основной массы“ вторичного кварцита из района „Пятого“ штока.

Ув. 26. Николаи II

ралоогический состав: кварц, полевые шпаты, каолинит, кальцит, серицит, сфен и апатит.

Кварц присутствует в большом количестве в виде крупных вкрапленников. Они сильно деформированы с образованием мелких неодновременно угасающих участков или перекристаллизованы с переходом в мозаичный агрегат вторичного кварца. В последних составляющие зерна расположены ориентированно, придавая этим скоплениям сланцеватую текстуру. В катаклазированных индивидах обломки и трещины сцементированы кальцитом и каолинитом. Более мелкие реликтовые вкрапленники кварца корродированы и оконтурены каемкой кварца основной массы. В большинстве случаев

кварц загрязнен пелитовыми частицами.

Полевые шпаты нацело каолинизированы и кальцитизированы. Распознаются по хорошо сохранившимся призматическим и таблитчатым формам.

Основная масса породы представляет собой фельзитовый агрегат вторичного кварца и значительного количества каолинита и серицита. Магнетит образует мелкие вкрапленники с потеками гидроокиси железа и в виде точечных зерен довольно равномерно рассеянных по фельзитовому кварцевому агрегату. Апатит присутствует в виде редких мелких призмочек. Сфен—мелкие редкие скопления в виде землистых образований.

Пиритизированные вторичные кварциты представляют собой светлосерые сливные или зернистые породы с реликтовыми кварцевыми вкрапленниками. Структура их гетеробластическая, бласто-сидеронитовая, порфиробластическая и сфероидальная. Минералогический состав: кварц, полевой шпат, пирит, рутил и серицит.

Кварц присутствует первичный и вторичный. Первичный кварц образует вкрапленники, сохранившееся в виде мелких и крупных зерен с округлыми заливообразными и зубчатыми очертаниями. Некоторые из них—с нитевидными трещинками. Вторичный кварц имеет несколько форм нахождения. Первая—крупные полигональные зерна с зубчатыми очертаниями и слабо волнистым погасанием. Встречаются гексагональные сечения. Наблюдаются регенерационные каемки, от которых первоначальный минерал отделяется точечными пелитовыми образованиями. Из включений содержит пирит, располагающийся, главным образом, по периферии регенерационных каемок. Вторая форма—это мелкозернистые скопления в виде полос и отдельных участков, чередующихся

с микрофельзитовым вторичным кварцем. Кроме того, встречаются лейстовидные и сфероидальные формы. Последние группируются вокруг более крупных кварцевых зерен с округлым или гексагональным сечением. Реликты полевого шпата редки и представляют собой плохо выраженные призматические зерна. Нередко он нацело замещен кварц-серицитовым агрегатом.

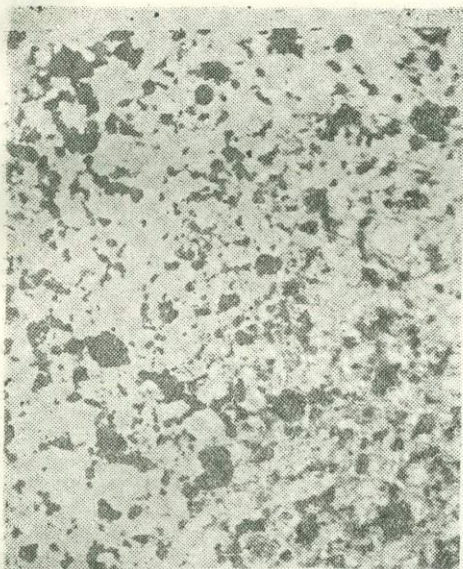


Рис. 14. Равномерная импрегнация пиритом вторичного кварцита из „Нового“ штока.

Ув. 26. Николи II

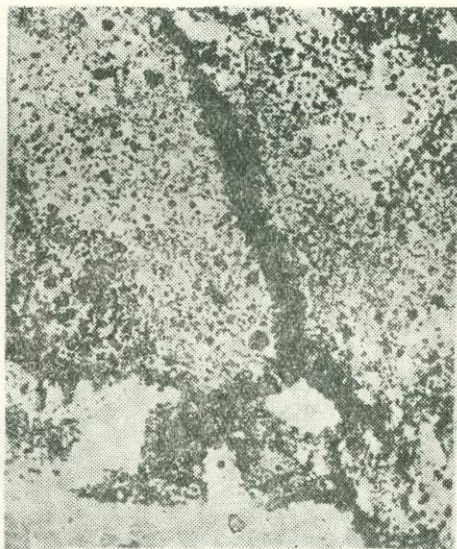


Рис. 15. Жильный тип пиритизации вторичного кварцита из „Нового“ штока.

Ув. Николи II

Пирит располагается в промежутках крупных полигональных зерен кварца, образуя как бы цементирующую массу сидеронитовой структуры (рис. 13). Представлен он неправильными зернами то с зазубренными, то с ровными очертаниями. Другая форма—это импрегнация пиритом мелкозернистого вторичного кварца (рис. 14). Форма этого пирита неправильная или изометрическая. Встречаются иногда пентагональные и кубические разности. Следующая форма пирита—это выполнение трещин—то прямолинейных, то ветвящихся (рис. 15). Здесь он представлен скоплениями плотно прилегающих друг к другу зерен. Рутил образует скопления из мельчайших агрегатов. Серицит образует агрегатную смесь с микрофельзитовой разностью вторичного кварца. Кроме того, он располагается в промежутках более крупных кварцевых зерен и пирита, являясь более поздним, чем они, образованием. Форма его—мелкие чешуйки, ориентированные в различных направлениях.

Микроплойчатые вторичные кварциты встречены по Арвадзору в 1,5 км от сел. Азат. Это белесовато-серые осланцованные породы, образующие микроплойчатую текстуру. Структура их гетеробластическая, текстура сланцеватая микроплойчатая. Минералогический состав: кварц, каолинит, серицит, лимонит, сфен и кальцит.

Кварц представляет собой гетеробластический агрегат, ориентированный по осланцеватости. В этом же направлении располагаются каолинитовые частицы. Процессу каолинизации предшествовала серицитизация. Секутся породы жилками кварца, лимонита и кальцита.

## МОРФОЛОГИЯ РУДНЫХ ТЕЛ

Морфология рудных тел в пределах Чирагидзорского серноколчеданного месторождения (по пройденным выработкам) находится в явной зависимости от степени метасоматизма вмещающих пород, харак-

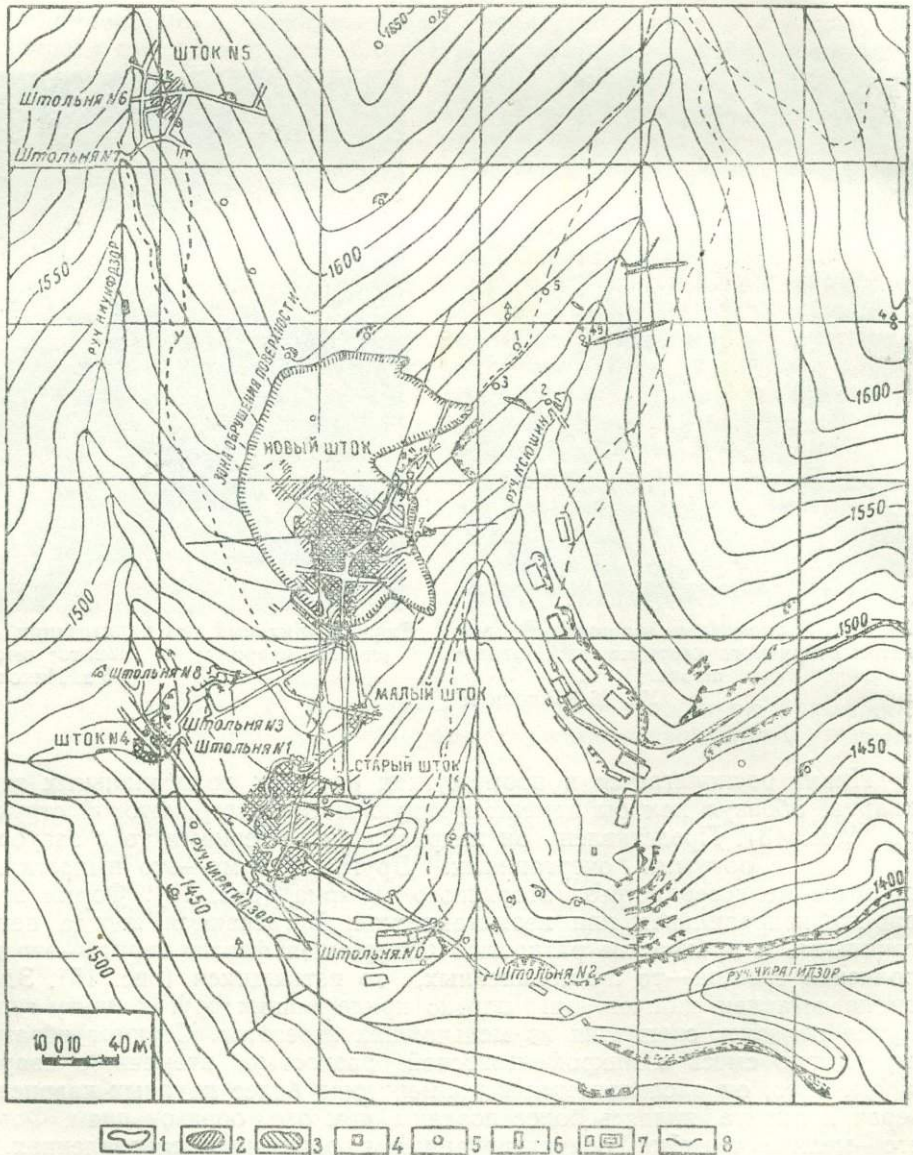


Рис. 16. План рудных штоков Чирагидзорского месторождения серного колчедана.  
1—5 слой; 2—8 слой; 3—9 слой; 4—гезенки; 5—скважины; 6—шурфы; 7—жилые дома; 8—канавы

тера их тектоники и наличия экранирующих контактов с рудовмещающими породами. В вертикальном разрезе все они представляют собой сложные штокообразные тела, большинство которых осложнено раздувами и пережимами, а также присутствием участков безрудных или слабо оруденелых пород. В плане некоторые штоки имеют подковообразную, овальную или неправильную форму. Высота рудных тел достигает 120 м, а поперечные размеры варьируют в широких пределах,

достигая 100 м в раздувах и снижаясь до 30 м в пережимах. Отдельные рудные тела концентрируются в рудных зонах и имеют согласное с ними простирание. Рудные тела этих зон связаны между собой оторочками пиритовой вкрапленности.

Одни штоки («Четвертый», «Пятый») имеют выход на поверхность, другие представляют слепые залежи, появляющиеся на различных глубинах («Старый», «Новый»).

Контакты с вмещающими породами в большинстве случаев постепенные, а в зоне пострудных деформаций—тектонические, с ясно выраженными зеркалами скольжения.

Постепенный переход от рудных тел к кварцевым плагипорфирам говорит о метасоматическом замещении последних сульфидными растворами. Об этом свидетельствует и наличие в периферии штоков реликтовых участков первоначальной породы, при микроскопическом изучении которых видны следы замещения силикатного материала тонкозернистым пиритом и вторичным кварцем. Кварцевые плагипорфиры в контактовой зоне сильно изменены с переходом во вторичные кварциты и образованием вокруг рудных штоков каолиновой оторочки.

Все рудные тела несут следы пострудных тектонических деформаций, проявившихся в виде многочисленных сбросов и разломов широтного и северо-восточного простираний.

Всего на месторождении имеется пять штоков—«Старый», «Малый», «Новый», «Четвертый» и «Пятый» (рис. 16).

#### «СТАРЫЙ» ШТОК

«Старый» штوك располагается в южной части месторождения. В плане он имеет подковообразную форму (рис. 17) и характеризуется значительными размерами. На уровне нулевой штольни (отметка +1424,0 м) оруденение в виде языка выступает на юг.

По имеющимся на руднике старым маркшейдерским планам к настоящему времени шток почти весь выработан. Недоразведанными являются нижние его горизонты. За период эксплуатации добыто 400.000 т высококачественного колчедана, часть которого была медистой. К. И. Филлиповым и др. [33], работавшими в 1940 г. в Чирагидзоре, было дано описание сохранившихся к тому времени выработок, вскрывших «Старый» шток. Ниже приводится описание этих выработок.

Слой 3 и штольня № 5-бис сплошь закреплены, только в некоторых местах из-за крепи можно рассмотреть стенки выработки.

Штольней № 5-бис была вскрыта руда в 10 м от устья штольни. Вмещающими породами руды являются сильно каолинизированные кварцевые плагипорфиры. Руда представлена мелкозернистым серным колчеданом с жемчужинами, выполненными кристалликами пирита и кварца.

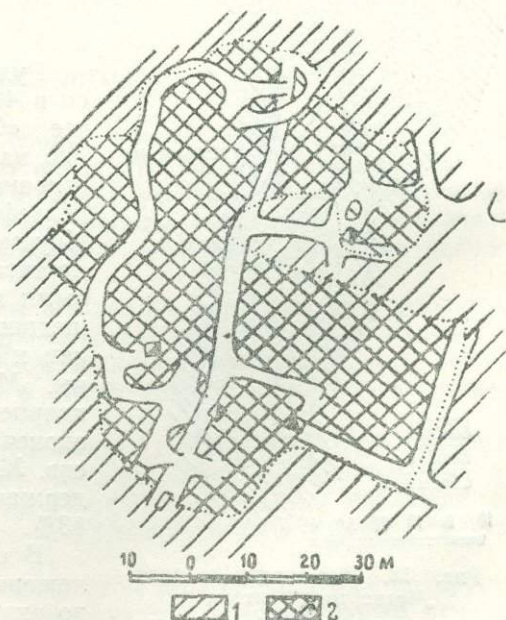


Рис. 17. План «Старого» штока.

1—кварцевые плагипорфиры; 2—рудное тело

Слой 2. В забое второй расщетки в руду вклинивается дайка каолинизированного порфирита с вкрапленниками пирита. Руда представляет мелкозернистый оруденелый кварцит, замещенный на 60—70% пиритом.

Штрек № 3. На восточной стене штрека (около гезенка 45) в кровле орта № 5 и на стенках орта № 6 обнажается руда. В кровле штрека, около северного угла, в массе серного колчедана наблюдаются включения халькопирита.

Орт № 7. На южной стенке, против 5-й расщетки, обнажается руда, аналогичная руде расщетки № 2. Целик между ортом № 7 и штреком № 4 сложен рудой.

Штрек № 4. В восточной части штрека обнажается руда. В кровле камеры зоны обрушения видна железная шляпа, в форме почти идеального круга.

### «МАЛЫЙ» ШТОК

«Малый» штوك расположен в 40 м северо-восточнее «Старого» штока. Площадь его на уровне штольни № 5 не превышает 25—40 м<sup>2</sup>, а по вертикали выше отметки + 1447 м он отсутствует. По данным подземных скважин, пробуренных в 1927—1932 гг., а также разведочных работ 1940 г., штук имеет овальную форму с плавно очерченными контурами.

К настоящему времени в северной и северо-восточной частях штока руда выработана, а в западной и северо-западной она сохранилась, так как оказалась в сфере обрушения «Нового» штока. Количество добытой отсюда руды, повидимому, не превышало 12.000 т.

Ниже штольни № 5 рудное тело прослеживается лишь в восточной части, где обнаруживается незначительное склонение штока на восток.

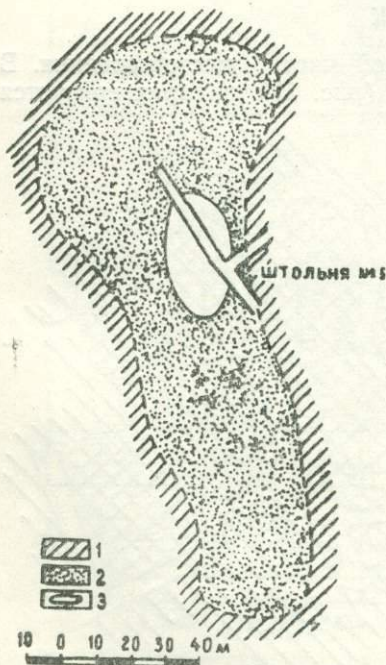


Рис. 18. План рудного поля «Четвертого» штока.  
1—кварцевые плагиопорфиры; 2—рудное поле; 3—рудное тело

### «ЧЕТВЕРТЫЙ» ШТОК

Рудное поле этого штока располагается в 40—50 м западнее и северо-западнее «Старого» штока. Прослеживается оно на расстоянии 130 м и в своем простирании совпадает с направлением рельефа ущелий Чирагидзор на юге и Ниумфдор — на севере. Ширина поля достигает 20—30 м. Оно сложено кварцевыми плагиопорфирами, участками перешедшими во вторичные кварциты. Как те, так и другие значительно пиритизированы. Мощность пиритизированной части кварцевых плагиопорфиров в южной оконечности рудного поля, по данным скв. № 21, равна 50 м [33]. Среднее содержание серы на этом участке равно 13%.

В средней части рудного поля расположено серноколчеданное тело. Его гнездо округлой формы (рис. 18) и именуется, собственно, «Четвертым» штоком. Оно было выработано в дореволюционное время

и предполагают [33], что количество добытой здесь руды не превышает 6000—7000 т. Оруденение штока неравномерное. В местах, обнажающихся на поверхности, он представлен сливными кварцитами с мелко-рассеянной вкрапленностью пирита и прожилками последнего, а с

глубиной переходит в мономинеральную руду. Максимальное содержание серы здесь достигает 35—40%. Нижние горизонты штока недоразведаны.

В пределах этого штока проходит сброс широтного направления, по которому одна часть рудного тела смещена относительно другой. Падение сброса — на северо-восток  $\angle 60-65^\circ$ . Вдоль сброса руда сильно перемята и превращена в «сыпучку». Этот шток вырабатывался штольнями № 5 и 5-бис.

Штольня № 5. Устье штольни расположено на правом склоне оврага Чирагидзор, на отметке + 1443,9 м. Штольня была задана с целью подсечения и прослеживания промышленного оруденения на глубине 140 м, обнаруженного скважиной № 36. Направление штольни — СЗ  $185^\circ$ , ее длина — 46,6 м. До 17,8 м штольня шла по брекчированным кварцевым плагиопорфирам и вторичным кварцитам, среди которых (в 12 м от устья) встречались отдельные гнезда серного колчедана. Неравномерная пиритизация кварцевых плагиопорфиров и вторичных кварцитов началась с 27,6 м от устья штольни. Далее (до 36 м) вторичные кварциты замещаются бедной рудой с содержанием серы до 20—25%. С 36 до 38,5 м оруденелые вторичные кварциты характеризуются значительной трещиноватостью и редкими мелкими пустотами. К забою штольни оруденение уменьшается, вторичные кварциты приобретают неравномерно пиритизированный характер. Штрек № 1, пройденный из штольни № 5 в трещиноватых вторичных кварцитах, обнаружил слабое оруденение. Отсюда видно, что штольней № 5 пересечен участок оруденелых вторичных кварцитов, пиритизация которых уменьшается с удалением от 4 штока.

Штольня № 5-бис проходит почти параллельно штольне № 5. Отметка устья — + 1442,7 м. Южная рассечка обнажает вторичные кварциты с тонкими редкими прожилками пирита. У подошвы восточной стенки рассечки (в 1 м от устья) фиксируется пирит-«сыпучка». На западной же стенке рассечки во вторичных кварцитах видны ветвящиеся жилки пирита. В северной рассечке обнажается оруденелый вторичный кварцит. В 1,5 м от устья на восточной стенке рассечки видна плоскость скольжения с падением на СЗ  $310^\circ \angle 60^\circ$ . Плоскость скольжения граничит с гнездом кристаллического пирита, сцементированного тонкозернистым кварцем с пиритовой сыпучкой. Размер гнезда — порядка 0,6 м<sup>2</sup>.

#### «ПЯТЫЙ» ШТОК

«Пятый» шток располагается среди пород среднеюрской вулканогенной толщи, к северо-западу от описанных выше штоков в верховье ущелья Ниуимфдзор. Он имеет неправильную форму, вытянутую в меридиональном направлении. Буровые работы 1951—1952 гг. показали (скв. № 26, 27, 28, 29 и 30), что шток с глубиной несколько расширяется.

В верхней части (по горизонтам штолен № 6 и 7) рудное тело представляет собой неравномерно пиритизированный вторичный кварцит с участками небольших гнезд и жилок мономинерального серного колчедана. Среднее содержание серы в руде этого штока по указанным штольням—6,83%.

Штольня № 6 проходит по оруденелому вторичному кварциту. Оруденение весьма неравномерное—от незначительной вкрапленности до гнезд чистого пирита. Местами во вторичных кварцитах наблюдаются реликты окварцованного и слабо пиритизированного кварцевого плагиопорфира.

Штольня № 7. Восточная рассечка этой штольни прошла по оруденелым трещиноватым вторичным кварцитам. Северный конец штрека представлен более пиритизированным вторичным кварцитом, чем это имело место в восточной рассечке. На стенке буровой камеры обнажается пирит с жемчужинами, выполненными кварцем. У устья штрека в пиритизированных вторичных кварцитах проходит разлом с простиранием СВ  $45^\circ$  и углом падения  $50^\circ$ . В конце штольни № 7 обнажается сильно выветрелый кварцевый плагиопорфир.

## «НОВЫЙ» ШТОК

«Новый» штوك в вертикальном разрезе представляет собой сложное тело с извилистыми очертаниями вследствие частых раздувов, пережимов и апофиз. В плане он имеет эллипсоидальную форму, расширяющуюся к северу и суживающуюся к югу. Максимальная глубина его — 120 м, а поперечные размеры варьируют в широких пределах — от 30 м в средней части (по горизонту 6 слоя) до 105 м в раздувах (горизонт нулевой штольни, а также в верхней и нижней частях штока).

Для наглядного представления о морфологии этого штока остановимся на характеристике каждого из его горизонтов в отдельности. Поскольку первые 8 горизонтов совершенно отработаны и обрушены, данные о них приводятся по старым маркшейдерским планам, имеющимся на руднике.

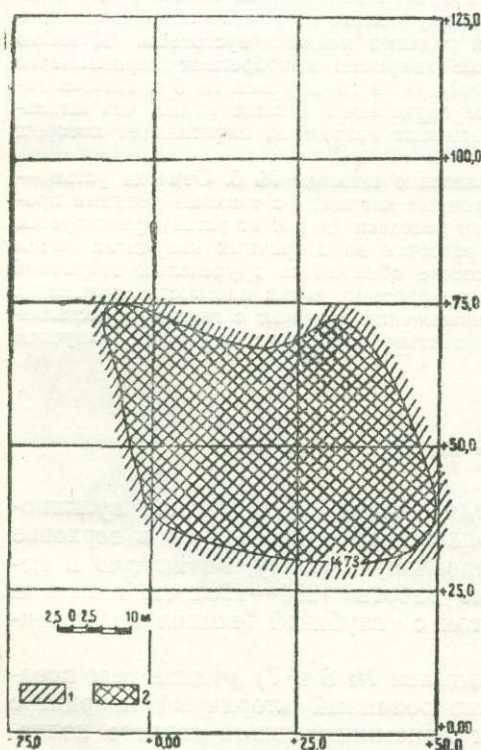


Рис. 19. Контур «Нового» штока по горизонту 1 слоя (абсолютная отметка +1473 м, площадь — 3325 м<sup>2</sup>).

1 — кварцевые плагиопорфиры; 2 — погашенные участки

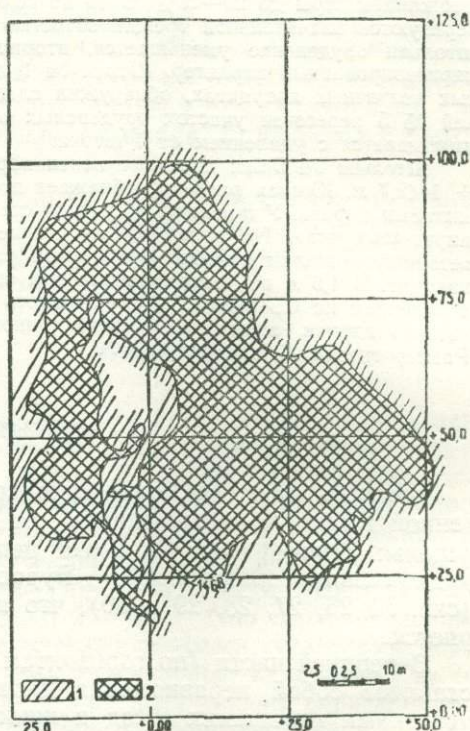


Рис. 20. Контур «Нового» штока по горизонту 2 слоя (абсолютная отметка +1463 м, площадь — 5616 м<sup>2</sup>).

1 — кварцевые плагиопорфиры; 2 — погашенные участки

Горизонт 1 слоя. Высотная отметка его +1473 м. Площадь — 3325 м<sup>2</sup>. На горизонте этого слоя рудное тело характеризуется довольно правильной, почти параллелограммой формой с плавными закругленными контурами (рис. 19). Максимальная ось слоя вытянута с северо-запада на юго-восток. В южной периферии слоя, к северу от гезенка № 8, проходит разлом, который отделяет рудное тело от вмещающих пород — сильно пиритизированных вторичных кварцитов. Простираение разлома — ВЮВ 93—95°, падение — СВ 3—5° ∠ 83—85°. Выполнен он жирной глиной с обломками почти не пиритизированных кварцевых плагиопорфиров.

К востоку от гезенка № 7 проходит штрек, который в самом рудном теле вскрыл сброс небольшой амплитуды.

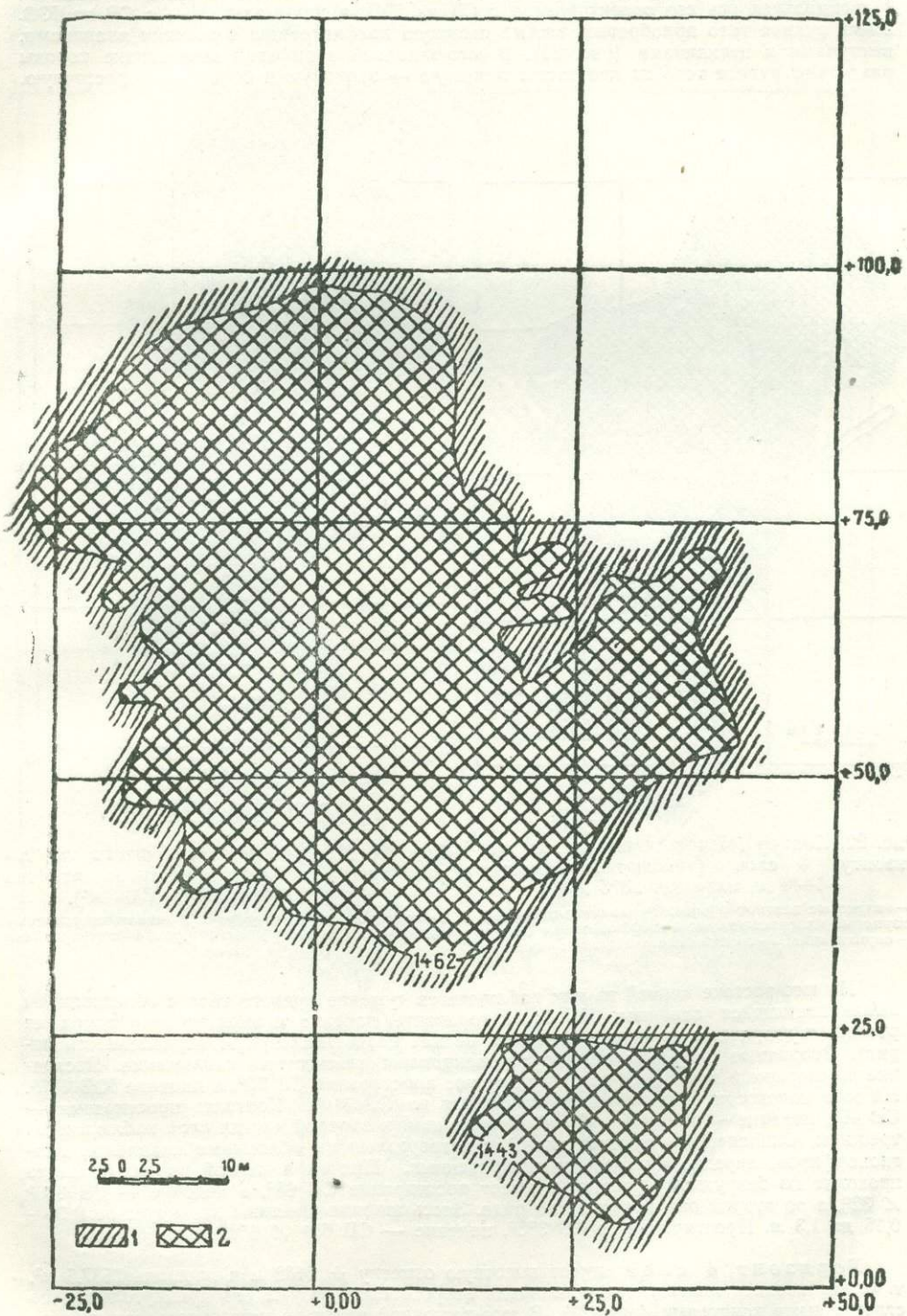


Рис. 21. Контур „Нового“ штока по горизонту 4 слоя (абсолютная отметка + 1462 м, площадь 2537,5 м<sup>2</sup>)

1—кварцевые плагпорфиры; 2—погашенные участки

Горизонт 2 слоя имеет высотную отметку + 1468 м. Площадь — 5816 м<sup>2</sup>. Максимальная ось его ориентирована с СЗ на ЮВ, а минимальная — с СВ на ЮЗ. Здесь рудное тело приобретает весьма сложную конфигурацию с резкими впадинами, выступами и извилинами (рис. 20). В юго-западной периферии вмещающие породы разделяют рудное тело на две части: меньшую — западную и большую — восточную.

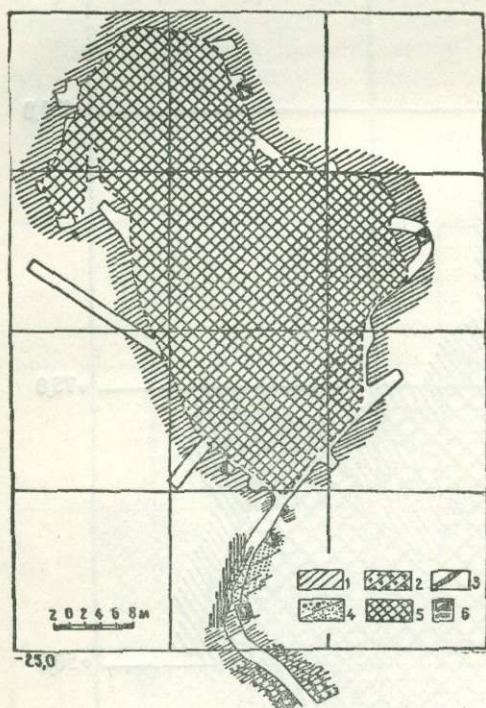


Рис. 22. Контур „Нового“ штока по горизонту 5 слоя (абсолютная отметка +1449 м, площадь 2375 м<sup>2</sup>)

1—кварцевые плагипорфиры; 2—каолинизированные кварцевые плагипорфиры; 3—порфиритовая дайка; 4—пиритизация; 5—погашенные участки; 6—гезенки

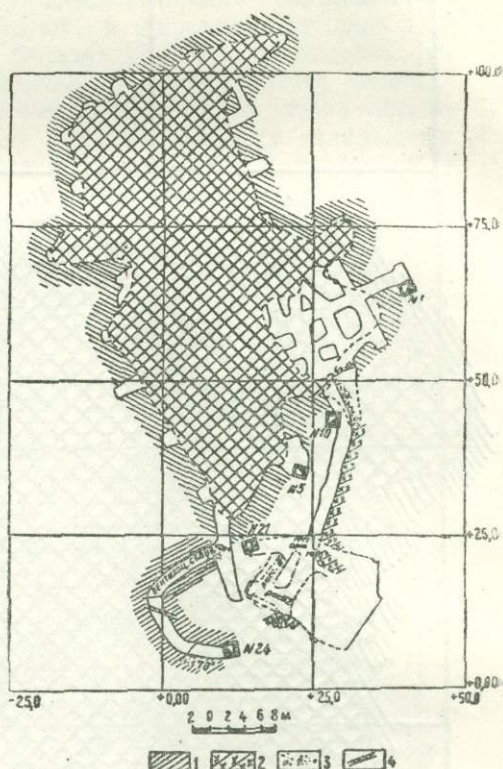


Рис. 23. Контур „Нового“ штока по горизонту 6 слоя (абсолютная отметка +1444,1 м, площадь—2000 м<sup>2</sup>).

1—кварцевые плагипорфиры; 2—каолинизированные кварцевые плагипорфиры; 3—руда; 4—порфиритовая дайка

На юго-востоке первой из них наблюдается сужение рудного тела с образованием выклинивающейся апофизы. На этом горизонте контакт с вмещающими породами резкий, и вторичные кварциты содержат весьма слабо рассеянную вкрапленность пирита. Вторичные кварциты обычно расланцованы плоскостями скольжения. Последние в северном и восточном контактах имеют простирание СВ 70°, а падение ЮВ 160°. На юге плоскости скольжения простираются на СЗ 310°. Контакт простирания — СВ 40°, падение — ЮВ 130°  $\angle$  54°. В восточной и западной частях слоя наблюдаются трещины, выполненные жирной глиной с остроугольными обломками кварцевых плагипорфиров, нередко сильно пиритизированных. Причем в первой из них трещина проходит по безрудному участку и имеет простирание СВ 65°, а падение — СЗ 335°  $\angle$  32°, а во второй она проходит по руде. Здесь ширина трещины варьирует от 0,10—0,15 до 1,3 м. Простирание ее СЗ 335°, падение — СВ 65°  $\angle$  65°.

Горизонт 4 слоя имеет высотную отметку + 1462 м и площадь 2537,5 м<sup>2</sup>, т. е. значительно меньшую, чем площадь второго слоя. Форма его прямоугольная, со сглаженными контурами (рис. 21). В юго-восточной части от него отделяется небольшой выход серного колчедана с высотной отметкой 1443 м.

В контакте с вмещающими породами наблюдаются пострудные сбросы с плоскостями скольжения, падающими СВ 50° и ЮЗ 230°  $\angle$  40—80°. Центральная часть слоя местами разбита пострудными сбросами меридионального простирания, обусловившими раздробленность руды четвертого слоя. Падение сбросов — на СВ

75—80°. В северо-западном направлении (345—355°) колчеданное тело сечется дайкой диабазового порфирита, падающей на запад под крутым углом. В зоне контакта с вмещающими породами руда содержит сульфиды меди.

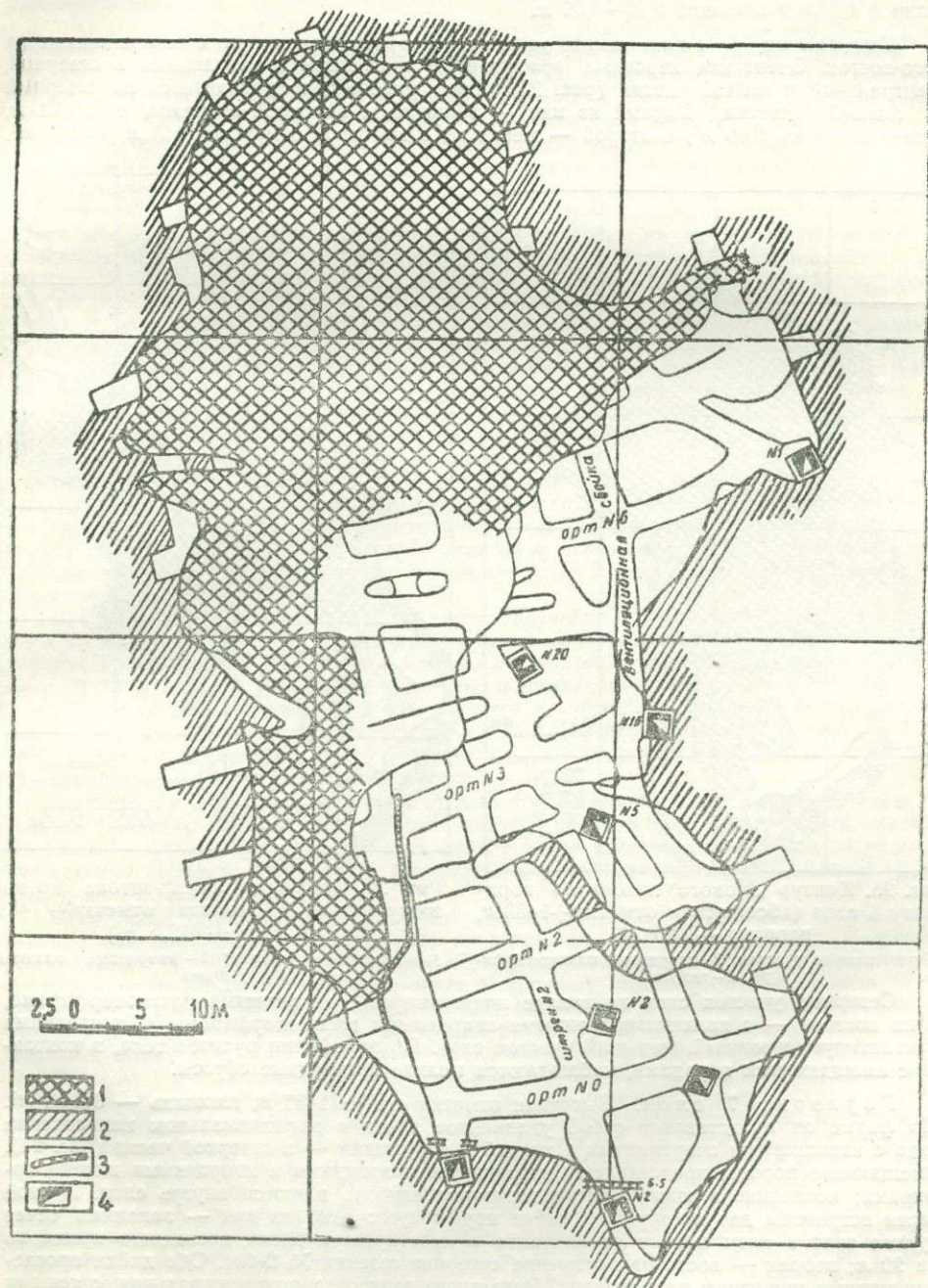


Рис. 24. Контур „Нового“ штока по горизонту 7 слоя (абсолютная отметка +1438 м, площадь—3081,2 м<sup>2</sup>).

1—погашенные участки; 2—вмещающие породы; 3—порфировые дайки; 4—гезетки

Горизонт 5 слоя. Высотная отметка его + 1449 м; площадь — 2375 м<sup>2</sup>; простирание — ССЗ—ЮЮВ. Форма колчеданного тела здесь удлиненная в с.с.-з. направлении, с небольшими раздувами по короткой северо-восточной оси (рис. 22). В северном конце откаточного штрафа в контакте кварцевых плагипорфиров и рудного

тела проходит сброс небольшой амплитуды. В самом теле серного колчедана наблюдается дайка диабазового порфирита. Мощность ее 0,35—0,45 м. Простирание дайки— ЮЗ 209°, падение — СЗ 299°  $\angle$  54°. От рудного тела она отделена белой оторочкой (шириною 2 см) каолиновой породы. В лежащем боку дайки встречена линза пирита, длиной 0,4 м и шириной 0,02—0,06 м.

Горизонт 6 слоя имеет удлиненную форму, вытянутую с северо-запада на юго-восток. Очертания неровные, осложненные выступами и извилинами в северной, центральной и южной частях (рис. 23). Здесь рудное тело распадается на северный и южный участки. Первый из них — больший, с высотной отметкой + 1444,1 м, имеет площадь 2000 м<sup>2</sup>, а второй — меньший, с высотной отметкой 1443 м, — 200 м<sup>2</sup>.

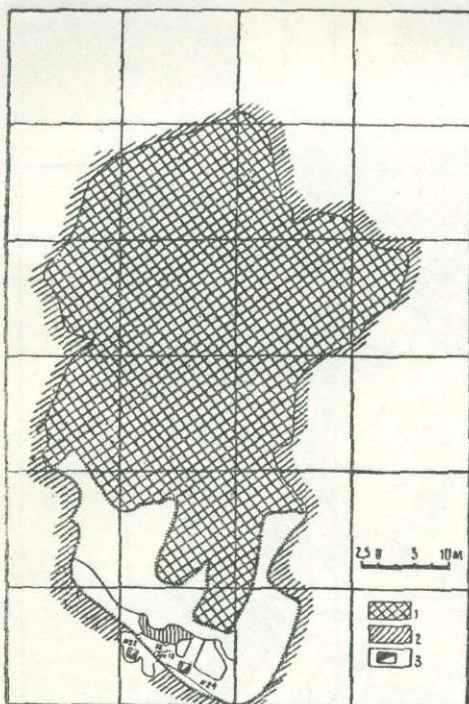


Рис. 25. Контур „Нового“ штока по горизонту 8 слоя (абсолютная отметка +1433 м, площадь—3825 м<sup>2</sup>).

1—погашенные участки; 2—кварцевые плагипорфиры; 3—гезенки

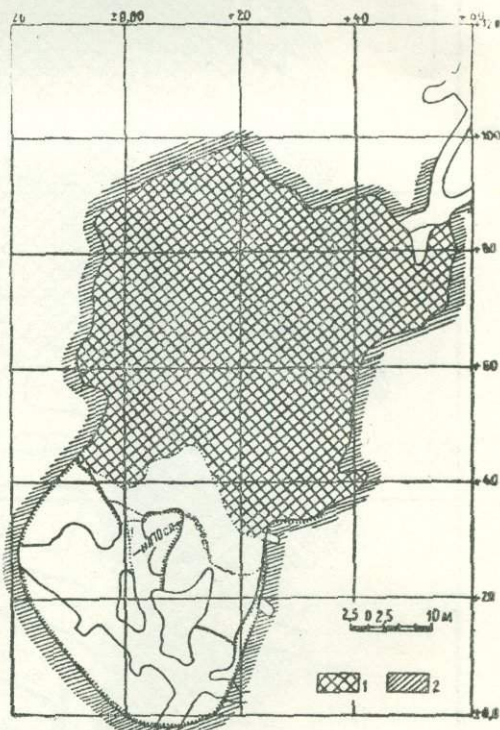


Рис. 26. Контур „Нового“ штока по горизонту 9 слоя (абсолютная отметка + 1431 м, площадь—4312,5 м<sup>2</sup>).

1—погашенные участки; 2—кварцевые плагипорфиры

Северный участок слоя на западе контактирует с кварцевыми плагипорфирами, а на востоке — с каолинизированными кварцевыми плагипорфирами. С последними контактирует и южный, меньший участок слоя. По периферии рудного тела, в контакте с вмещающими породами, наблюдаются мелкие пострудные сбросы.

Горизонт 7 слоя. Высотная отметка его + 1438 м, площадь — 3081,2 м<sup>2</sup>. По форме он представляет собой удлиненное почти в меридиональном направлении тело с извилистыми очертаниями в южной и округлыми — в северной части (рис. 24). Вмещающие породы представлены вторичными кварцитами и кварцевыми плагипорфирами; последние в южной части горизонта глубоко вдаются внутрь слоя. В этой части встречены две пострудные дайки порфиритов: одна из них — западная сечет рудное тело в пяти метрах от контакта и простирается вдоль последнего примерно на 20 м; вторая — восточная отмечена севернее гезенка № 2-бис. Обе дайки прослеживаются в широтном направлении. Руда этого горизонта мономинеральная, с ясными следами пострудной тектоники. В южной части слоя она переходит в сильно оруденелый вторичный кварцит.

Горизонт 8 слоя имеет высотную отметку + 1433 м. Площадь его — 3825 м<sup>2</sup>. На этом горизонте форма рудного тела эллипсоидальная, с небольшими впадинами и раздувами (рис. 25). Слой этот почти весь выработан. Сохранилась только его крайняя южная часть, которая представлена сильно оруденелым вторичным кварцитом. Вблизи южной периферии невыработанного тела наблюдается участок слабо

оруденелых кварцевых плагипорфиров. Последние являются вмещающими породами, которые в контакте с серным колчеданом несут ясные следы пострудной тектоники в виде сбросов небольшой амплитуды. Руда этого слоя представляет собой мономинеральный серный колчедан с мелкими подвижками в виде неправильных трещин и небольших сбросов.

Горизонт 9 слоя, или нулевой штольни. Высотная отметка его + 1431 м, площадь — 4312,5 м<sup>2</sup>. Форма неправильная, расширяющаяся в северо-восточной части. Максимальная ось вытянута с ССВ на ЮЮЗ. Очертания в северной, большей половине, извилистые, а в южной, меньшей — округлые (рис. 26). Вся северная часть слоя выработана. Характер оруденения слоя приводится по северному, восточному, третьему и откаточному штрекам, а также по ортам № 1, 2, 5, 7 и 12.

Северный штрек начинается в пиритизированном кварцевом плагипорфире, разбитом множеством мелких трещин, среди которых выделяется несколько более крупных, имеющих падение на северо-запад. Плоскость контакта вмещающих пород и штока покрыта бороздами скольжения, указывающими на некоторое перемещение. Плоскость падает на ЮВ 150°—160° ∠ 75°. Руда представлена мелкокристаллическим пиритом с обломками вторичных кварцитов. Камера скважины № 11 сложена серицитизированными кварцевыми плагипорфирами, в которых попадаются гнезда руды «сыпучки». В 3 м от устья расщелины была вскрыта плоскость скольжения, падающая на СЗ 300° ∠ 35°. Вдоль трещины руда имеет отшлифованную поверхность, что указывает на более позднее происхождение трещины. На восточной стенке камеры и в западной части ее кровли встречаются гнезда пирита в виде «сыпучки».

Восточный штрек. В восточном углу орта № 6 обнажаются кварцевые плагипорфиры с вкрапленностью и прожилками пирита мощностью до 2 мм. По западной стенке обнажается руда, состоящая из кристаллов пирита, сцементированных тонкозернистым пиритом. Местами в руде попадаются «глазки» кварца. Контакт руды с вмещающими породами проходит против камеры скважины № 6. Между ортами № 9 и 11 контакт проходит по кровле восточного штрека. Далее он прослеживается южнее 9 орта. Таким образом, по восточному зальбанду восточного штрека идут кварцевые плагипорфиры, а по западному — сплошная руда. Далее контакт уходит в южную стенку орта № 10.

Штрек № 3. Наблюдается руда, контактирующая с кварцевыми плагипорфирами в 20 м от орта № 7. Из последнего на север были заданы две расщелины—№ 1 и 2 параллельно штреку № 3. Расщелины прошли по сильно оруденелому вторичному кварциту. В 10 м от орта № 7 была встречена мономинеральная руда, прослеженная на 7 м. Далее, в 20 м от орта № 7 эти расщелины и штрек № 3 вскрыли тектонический контакт руды с кварцевыми плагипорфирами. Плоскость контакта падает на ЮВ 160° ∠ 60° и представляет собой отшлифованную поверхность, покрытую штрихами, ориентированными в широтном направлении.

Расщелина № 3 прошла по руде плотного тонкозернистого пирита. Восточные и западные заходки этой расщелины вскрыли контакт рудного тела с кварцевыми плагипорфирами, причем в западной заходке имеет место постепенный переход от руды к вмещающим породам. Расщелина № 4 пройдена в руде, значительно обогащенной кварцем, и до контакта не доведена.

Откаточный штрек служит продолжением штрека № 3 на юго-запад. В северной части штрек проходит по неравномерно оруденелому вторичному кварциту. В промежуток между ортами № 9 и 10 штрек пересекает крупное гнездо «сыпучки». Далее на юг штрек проходит по пиритизированному вторичному кварциту. В 2 м от орта № 4, у подошвы, на восточной стене виден контакт вторичного кварцита с каолинизированным кварцевым плагипорфиром, падающий на восток. В 10 м южнее орта № 1 откаточный штрек вскрывает контакт рудного тела с вмещающими породами.

Орты № 1 и 2 заданы от откаточного штрека. Орт № 1 пройден по неравномерно пиритизированному вторичному кварциту. К западу пиритизация уменьшается. В 32 м от откаточного штрека вскрыт контакт рудного тела с вмещающими породами. В контакте рудного тела вторичный кварцит разбит трещинами, по которым видны кристаллы пирита. В 8,5 м от устья орта проходит дайка плагноклазового порфирита, падающая на запад под углом 60°. Мощность дайки — 30 см.

Орт № 2 начинается в руде, но постепенно к востоку руда беднеет, и в 5—6 м от устья орта проходит контакт рудного тела с вмещающими породами. Контакт пересекается порфиритовой дайкой. По зальбандам дайки наблюдается белая каолиновая порода, мощностью около 5 см. Дайка падает на юг, ее мощность 0,9 м.

Орт № 5 задан из штрека № 3. У устья орта обнажается вторичный кварцит, замещенный на 40—50% пиритом. Ортом пересечена порфиритовая дайка, простирающаяся на СВ 10°. К западу от камеры скв. № 7 количество пирита уменьшается и в 10 м от нее появляется каолинизированный кварцевый плагипорфир.

Орт № 12 задан из камеры № 8 восточного штрека. Пройден он целиком в руде, состоящей из неравномернозернистого пирита, сцементированного кварцево-пиритовой массой, в которой попадают кристаллы кварца длиной до 12 мм. Содержание серы в руде доходит до 45,85%.

Горизонт 10 слоя имеет высотную отметку 1425 м и площадь 4250 м<sup>2</sup>. В плане он представляет неправильной формы эллипс, суженный в юго-западной части и вытянутый с юго-запада на северо-восток (рис. 27). В пределах этого горизонта контур штока имеет неровные очертания в северо-восточной части слоя и сглаженные — в юго-западной. Здесь рудное тело представляет собой неравномерно пиритизированный вторичный кварцит с реликтовыми вкраплениями кварца. Кроме того, наблюдаются участки со структурой замещенной породы.

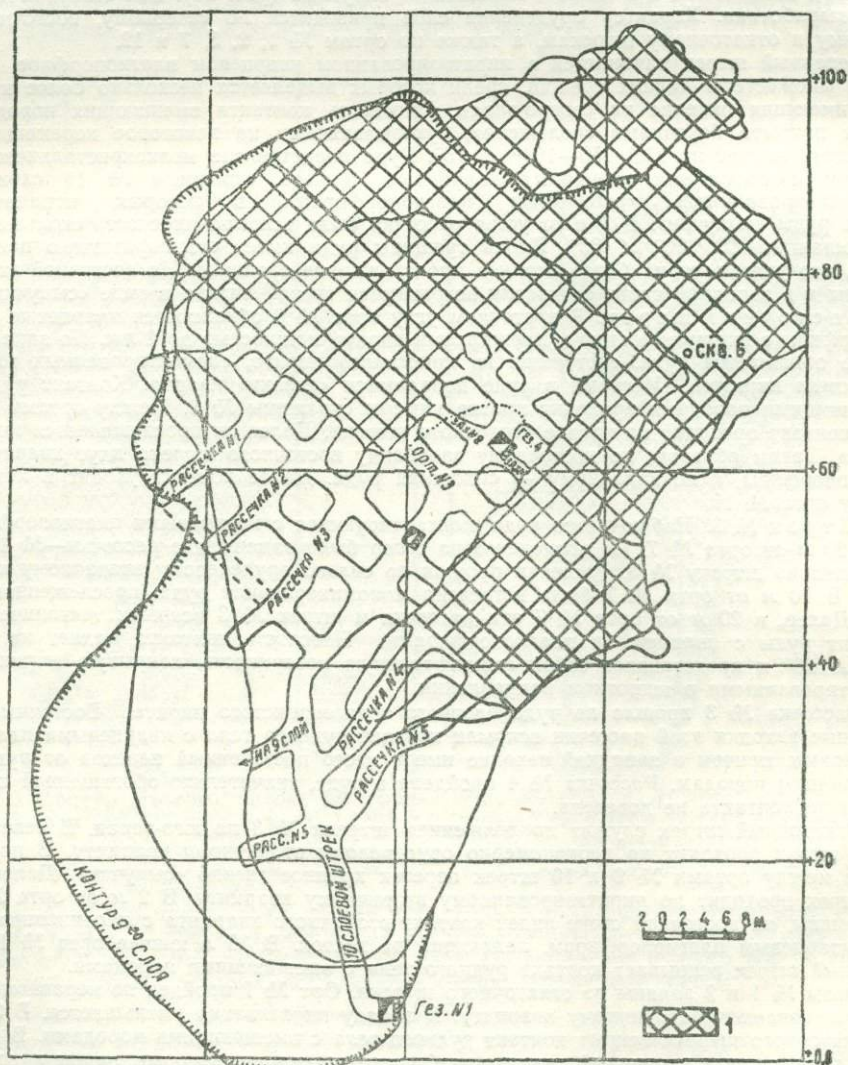


Рис. 27. Контур „Нового“ штока по горизонту 10 слоя (абсолютная отметка +1425 м, площадь — 4250 м<sup>2</sup>).

1 — погашенные участки

Среди пиритизированных вторичных кварцитов встречается сплошная руда, характеризующаяся крупно- и мелкозернистым пиритом и губчатой текстурой. Изредка ячейки такой руды выполняются друзами кварца более поздней генерации, чем пирит.

Контакт с вмещающими породами на западе и востоке — тектонический, с ясно выраженными плоскостями скольжения. Вмещающие породы в зоне контакта перемяты и перетерты. В северной и южной частях слоя наблюдается постепенный переход от рудного тела через слабо пиритизированные вторичные кварциты к кварцевым плагиопорфирам.

Большая, северо-восточная часть 10 слоя выработана, а в юго-западной сохранились небольшие целики, представленные слабо притизированными, а участками сливными вторичными кварцитами.

Горизонт 11 слоя имеет высотную отметку +1421 м и площадь 4187,5 м<sup>2</sup>. По горизонту этого слоя штوك имеет овальную форму (рис. 28), ориентированную в том же, что и 10 слой, направлении (с северо-востока на юго-запад). Северо-восточная часть слоя выработана и исследованию доступна его юго-западная часть. Рудное тело представляет собой оруденелый вторичный кварцит с уменьшением степени

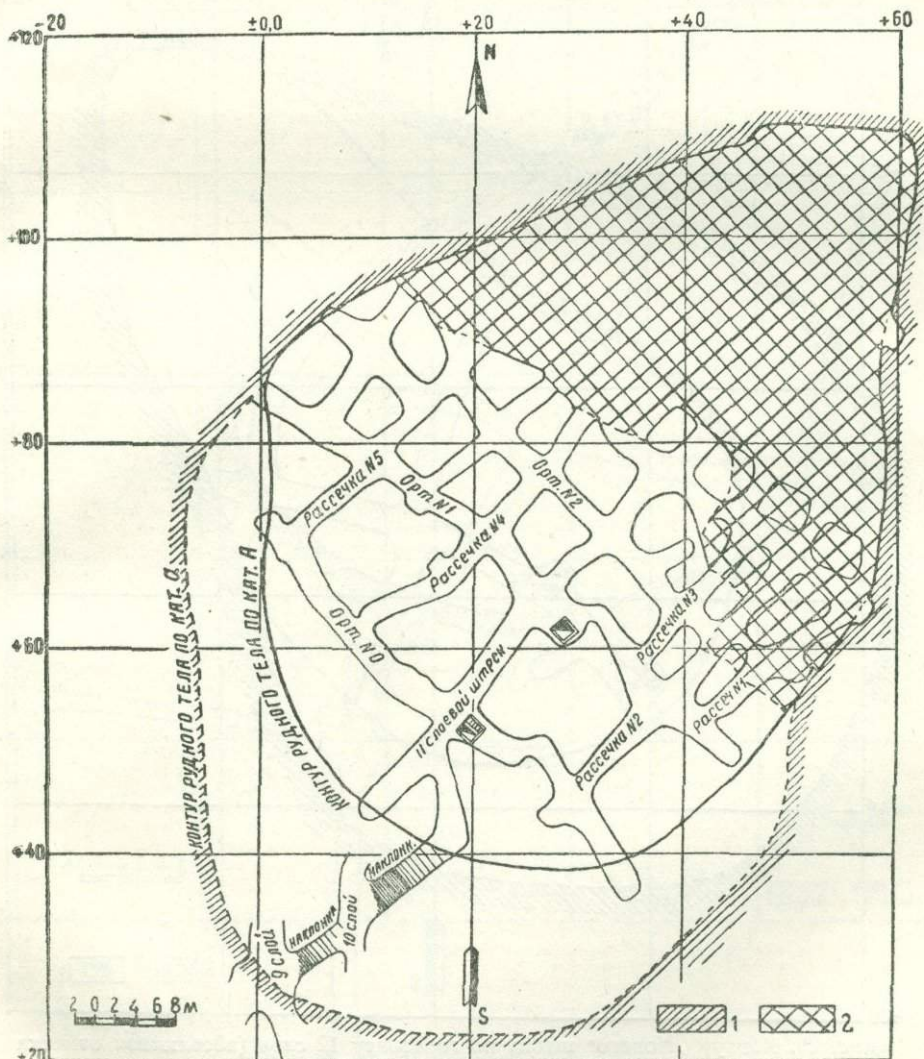


Рис. 28. Контур «Нового» штюка по горизонту 11 слоя (абсолютная отметка +1421 м, площадь—4187,5 м<sup>2</sup>).

1—кварцевые плагипорфиры; 2—погашенные участки

оруденения с севера на юг. Оруденелый вторичный кварцит местами переходит в сливную разность, но чаще в нем видны глазки первичного кварца. В участках, более обогащенных серным колчеданом, вторичный кварцит сохраняется в виде разобленных останцев. В 4-й заходке штюка 11 слоя встречена руда «сыпучка», которая в сторону рассечки № 3 переходит в сильно притизированные вторичные кварциты с реликтовым кварцем.

Следы пострудной тектоники в пределах этого слоя выражены мелкими трещинами, выполненными каолином и пиритом более поздней генерации. Контакт с вме-

щающими породами фиксируется в западной и восточной частях слоя по восточным и западным забоям ортов — нулевого, № 3 и 4, где наблюдаются плоскости скольжения и зоны перемятого кварцевого плагиопорфира (как и в 10 слое).

Кварцевые плагиопорфиры в зоне контакта сильно каолинизированы, железнены, окварцованы и в различных направлениях секутся жилками пирита и халькопирита. Размеры кристаллов пирита достигают 3 см. В восточном забое нулевого орта на стенках выработки обнаружены налеты малахита.

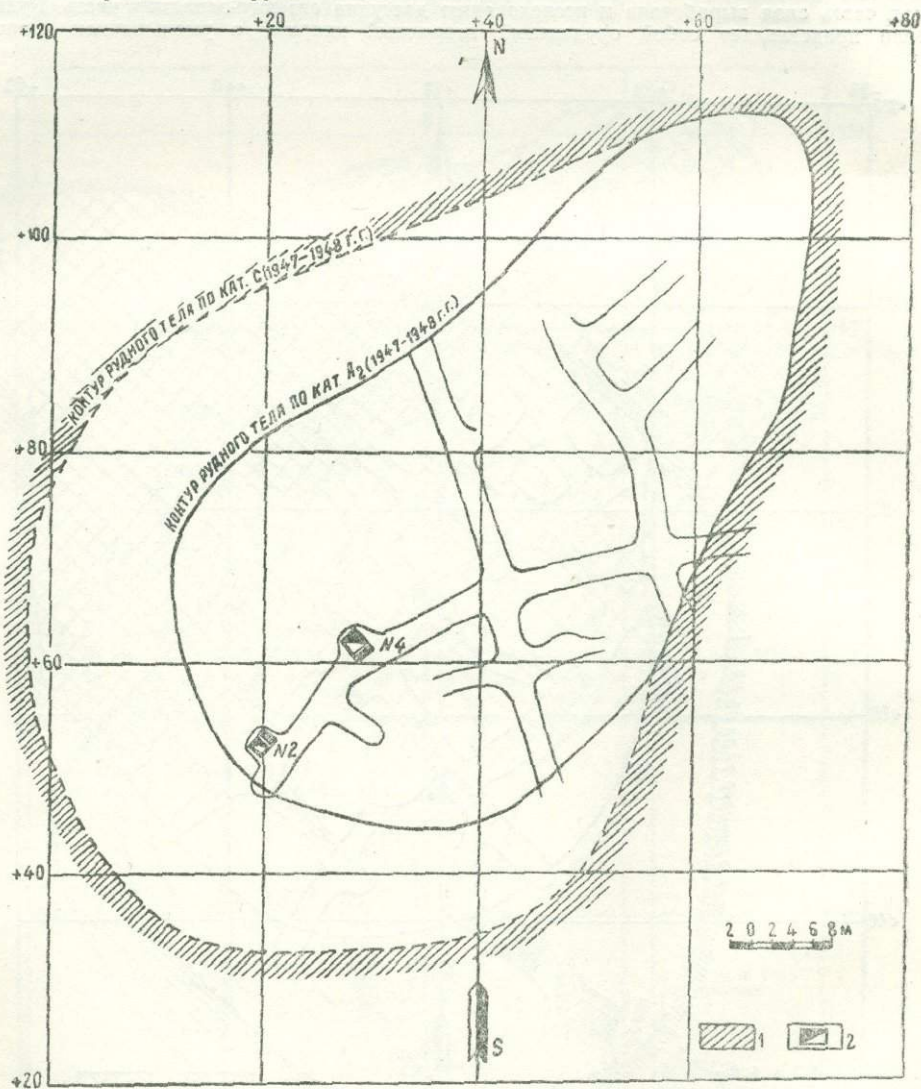


Рис. 29. Контур „Нового“ штока по горизонту 12 слоя (абсолютная отметка +1418 м, площадь — 2480 м<sup>2</sup>),  
1 — кварцевые плагиопорфиры; 2 — гезенки

Горизонт 12 слоя имеет высотную отметку + 1418 м и площадь 2480 м<sup>2</sup>. На этом горизонте рудное тело имеет форму эллипса, ориентированного с северо-востока на юго-запад, причем в последнем направлении оно расширяется (рис. 29). Контакт с вмещающими кварцевыми плагиопорфирами встречен в северо-восточной части тела, где штрек 12 слоя, пройдя по руде, вскрыл тектоническую плоскость с гладкой поверхностью скольжения, падающую на юго-восток  $110^{\circ} \angle 80^{\circ}$ . Восточный и западный контакты зафиксированы ортом № 3, где наблюдается постепенный переход от руды к вмещающим породам. Кроме того, восточный контакт вскрыт ортом № 2, в котором на расстоянии 1,2 м от забоя обнаружена трещина, падающая на север  $\angle 65^{\circ}$ . Она выполнена перемятой каолинизированной породой. Здесь же отмечен обломок пиритизированного вторичного кварцита с включением халькопирита.

Руда в южной и юго-западной частях 12 слоя представлена вторичными кварцитами с убогой вкрапленностью пирита; в северной и особенно восточной части она представлена богатой мономинеральной «сыпучкой», а участками — кристаллически плотной разностью. По мере продвижения к контакту руда беднеет до полного исчезновения. Местами в руде наблюдаются останцы вмещающих пород.

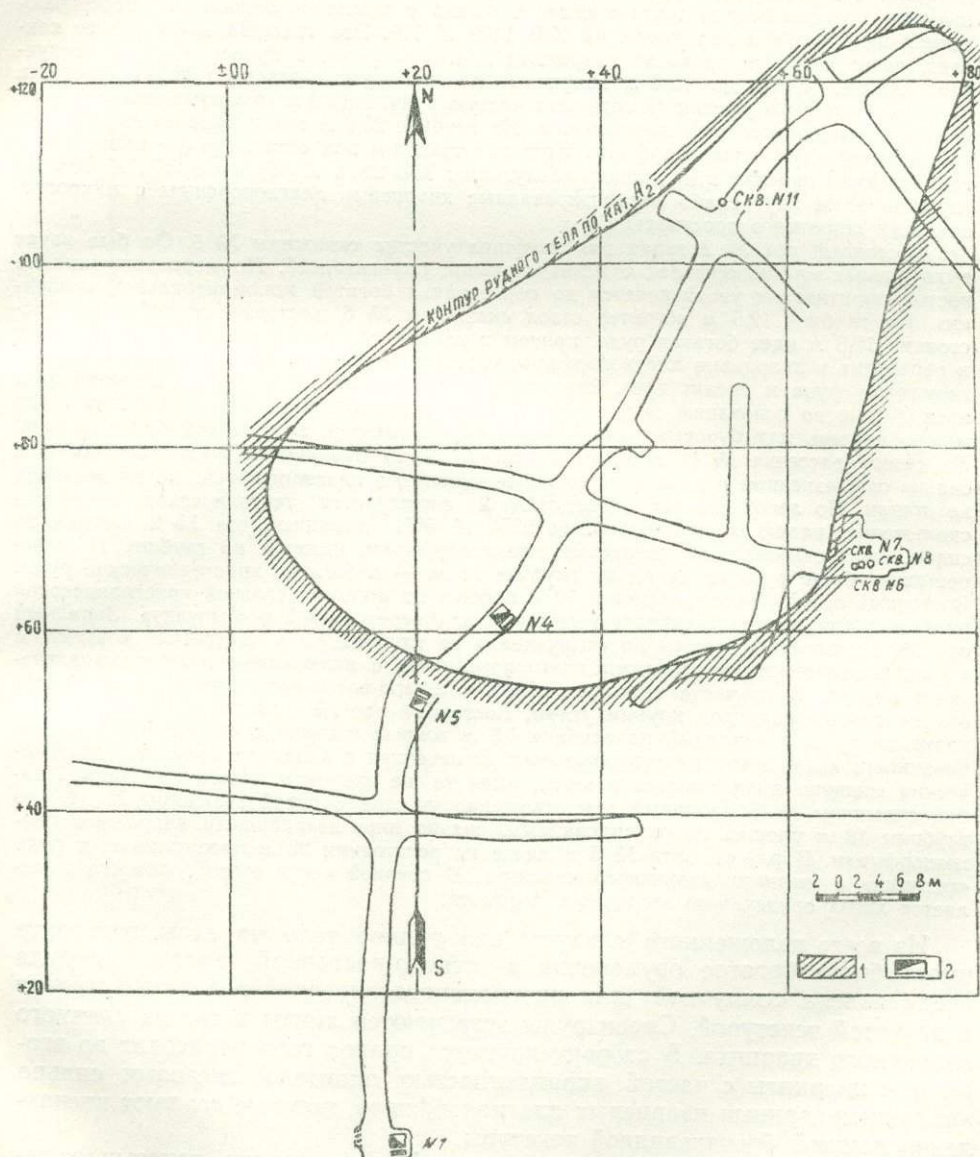


Рис. 30. Контур «Нового» штока\* по горизонту 13 слоя или штольни № 2 (абсолютная отметка +1414,5 м).

1—кварцевые плагипорфиры; 2—гезенки

Горизонт 13 слоя или штольни № 2. Высота его + 1414,5 м. Контур этого слоя еще не выяснен, так что судить о площади его пока не приходится. Оконтурированное (на 1/1. 1950 г.) тело имеет эллипсоидальную форму (рис. 30). Контакт с вмещающими породами в пределах этого горизонта установлен на востоке восточным ортом № 2, а на западе — западными ортами № 3 и 4. Зона контакта характеризуется трещинами различного направления, выполненными перемятой каолиновой породой.

Восточный орт № 1 до глубины 11,5 м прошел по слегка каолинизированным измененным кварцевым плагиопорфирам с прожилками кальцита толщиной от 0,2 до 1,5 см. Далее, до глубины 27 м наблюдается слабая пиритизация, увеличивается количество кальцитовых прожилок и учащается каолинизация.

Западный орт № 1 вначале прошел по сильно каолинизированным кварцевым плагиопорфирам с редкой вкрапленностью пирита. На глубине 14 м пиритизация усиливается с образованием отдельных гнезд до 0,5 м в поперечнике. На 16 м от устья штольни прослеживается тектоническая трещина с зеркалом скольжения, простирающимся на СВ 50° и падающим на ЮВ 140°  $\angle$  70°. Эта трещина представляет контакт, левее которого проходят кварцевые плагиопорфиры, а правее — руда «сыпучка». Далее, с 16 до 19,2 м кварцевые плагиопорфиры различно пиритизированы, каолинизированы и участками содержат чистую руду. На 19 м проходит тектоническая трещина северо-восточного простирания. На глубине 20,6 м среди заметно пиритизированных кварцевых плагиопорфиров идут две трещины под острым углом одна к другой. Азимуты падения этих трещин следующие: ЮЗ 230°,  $\angle$  45° и СВ 30°,  $\angle$  70°. До глубины 33 м идут слабо пиритизированные кварцевые плагиопорфиры с микротрещинками широтного простирания.

Восточный орт № 2 задан для изучения участка скважины № 6. Он был начат в кварцевых плагиопорфирах с незначительной пиритизацией. По мере движения на восток пиритизация увеличивается до образования богатой мономинеральной «сыпучки». На глубине 12,5 м встречен ствол скважины № 6, восточнее которого на расстоянии 12,5 м идет богатая руда, причем к камере подземной скважины она беднеет и переходит в кварцевые плагиопорфиры, слагающие камеру. На восток от нее снова появляется руда и уходит вниз. Это дает основание предполагать, что штольня № 2 проходит не по основанию штока, а несколько выше. Шток уходит на глубину и его можно подсесть или буровыми скважинами, или штольной, заложенной ниже 13 слоя. На север (рассечка № 1) и на юг (рассечка № 2) пройденные выработки вскрыли сильно ожелезненные и каолинизированные кварцевые плагиопорфиры, но до контакта не дошли. По левой стороне рассечки № 2 фиксируется тектоническая плоскость скольжения, падающая на юго-запад 225°  $\angle$  60°. Западный орт № 2 прошел по сильно пиритизированным кварцевым плагиопорфирам, которые на глубине 11 м перешли в убогие руды, а далее, на глубине 21 м, — в богатые кристаллические руды. Восточный орт № 3 на расстоянии 10 м прошел по мономинеральной кристаллической руде, местами имеющей губчатую текстуру или переходящей в «сыпучку». Западный орт № 3 полностью прошел по «сыпучке» и на глубине 7,8 м встретил контакт с каолинизированными кварцевыми плагиопорфирами с включением мелкокристаллического пирита. В контакте проходит трещина северо-восточного направления; падает она на северо-запад под крутым углом. Восточный орт № 4 на расстоянии 8 м проходит по руде, а западный на глубине 1,5 м вскрыл контакт с вмещающими окварцованными кварцевыми плагиопорфирами. Отмеченная в западном орте № 3 тектоническая трещина продолжается и здесь, имея те же элементы залегания. Прямой забой скважины № 2, заданный для освещения участка буровой скважины № 11, до глубины 18 м прошел по окварцованным, сильно пиритизированным кварцевым плагиопорфирам. В районе орта № 3 и далее на расстоянии 22 м прослеживается руда «сыпучка» с гнездами вторичного кварцита. В средней части этого горизонта выделяется линза оруденелого вторичного кварцита.

Из всего изложенного следует, что рудное тело на этом горизонте имеет более богатое оруденение в северо-восточной части, где руда представлена «сыпучкой» или плотнокристаллической разностью, иногда с губчатой текстурой. Среди руды встречаются линзы и гнезда сливного вторичного кварцита. В сторону контакта рудное тело переходит во вторичные кварциты с частой вкрапленностью пирита и гнездами сильно каолинизированных кварцевых плагиопорфиров, которые создают впечатление ложной брекчиевидной текстуры.

Сопоставление описанных горизонтов «Нового» штока показывает довольно сложную конфигурацию его в горизонтальной проекции (рис. 31).

В вертикальном разрезе, пересекающем шток в северо-западном направлении 310° по линии I—I (рис. 32), рудное тело то расширяется (4 слоя), то сужается (2 и 6 слоя). Начиная с 7 слоя оно резко увеличивается, достигая максимума на горизонте 13 слоя.

В плоскости, которая сечет шток в направлении северо-восток 40° (по линии II—II, рис. 33), размеры рудного тела выдерживаются и имеют более или менее плавные очертания до горизонта 5 слоя. От 6 до 8 (включительно) горизонтов наблюдается уменьшение площади

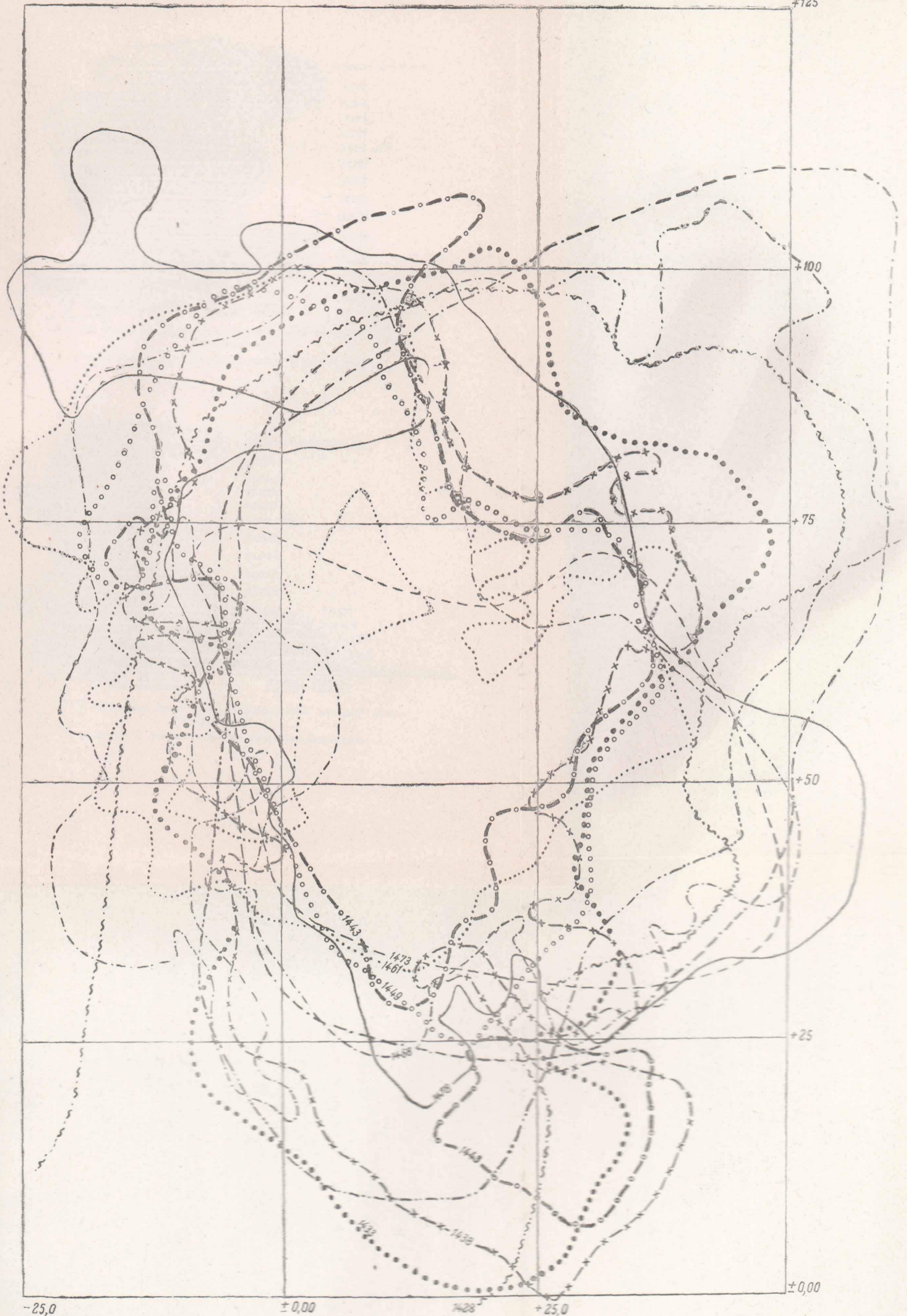


Рис. 31. План контуров нового штока Чирагидзорского месторождения серного колчедана по горизонтам (слоям)  
 Горизонт 8-й штольни: 1 — 1-й слой; 2 — 2-й слой; 3 — 3-й слой; 4 — 4-й слой; 5 — 5-й слой; 6 — 6-й слой; 7 — 7-й слой;  
 8 — 8-й слой; 9 — 9-й слой; 10 — 10-й слой; 11 — 11-й слой.

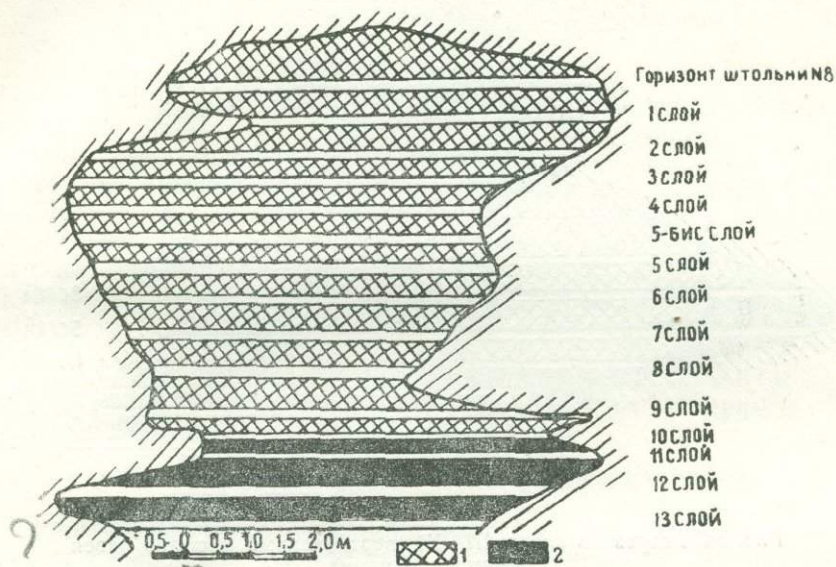


Рис. 32. Разрез по линии I—I (вертикальный масштаб равен горизонтальному).

1—погашенные участки; 2—участки, содержащие запасы руды

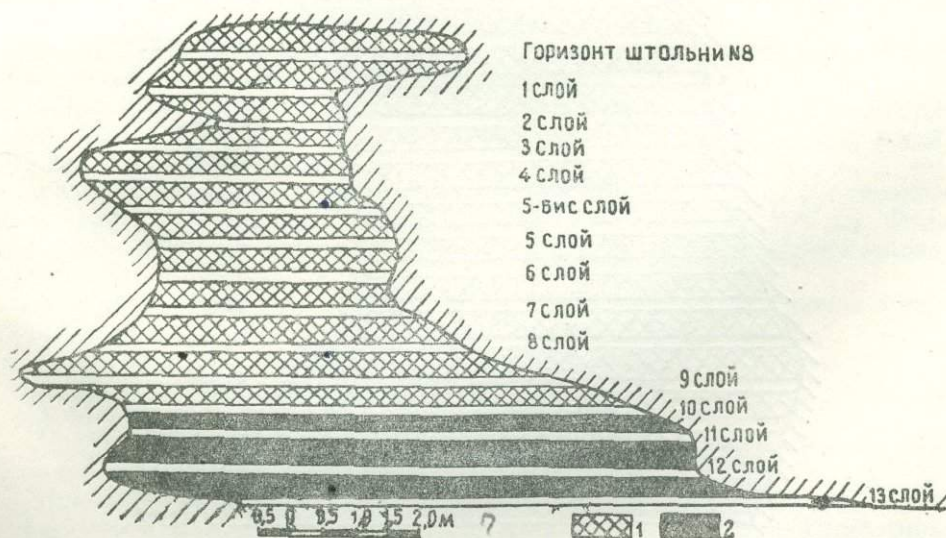


Рис. 33. Разрез по линии II—II (вертикальный масштаб равен горизонтальному).

1—погашенные участки; 2—участки, содержащие запасы руды

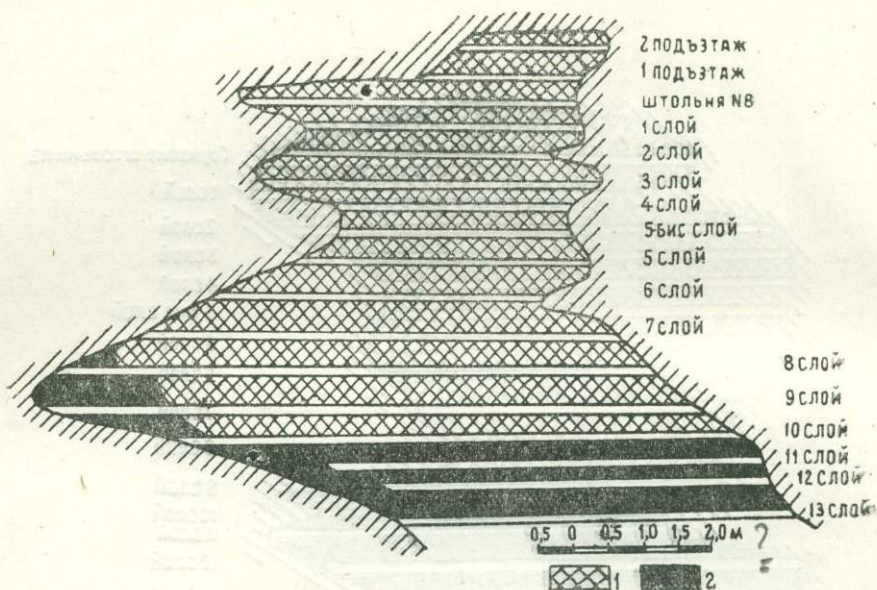


Рис. 34. Разрез по линии III—III (вертикальный масштаб равен горизонтальному).

1—погашенные участки; 2—участки, содержащие запасы руды

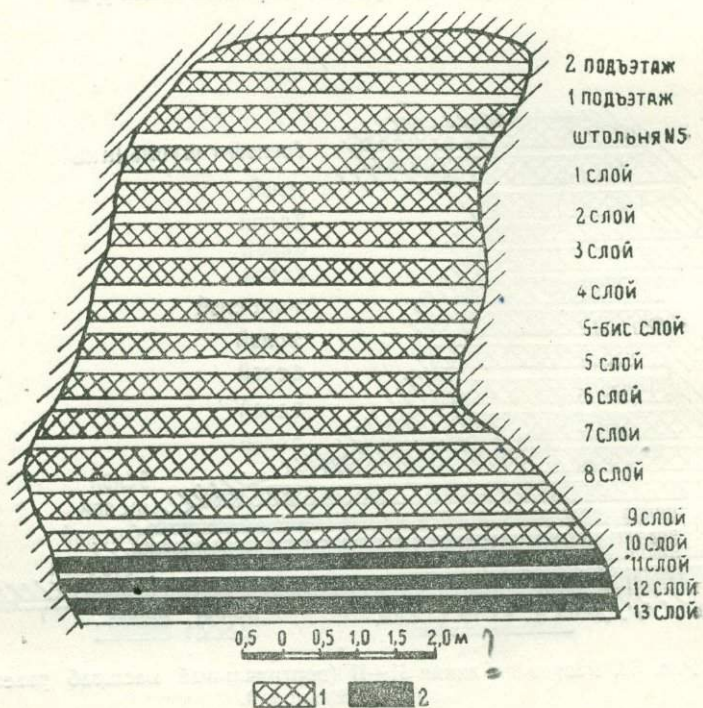


Рис. 35. Разрез по линии IV—IV (вертикальный масштаб равен горизонтальному).

1—погашенные участки; 2—участки, содержащие запасы руды

штока, с 9 слоя к 12 наблюдается расширение его контура, а к 13—постепенное сужение.

В направлении ССВ (профиль по линии III—III) шток имеет сложные очертания, суживающиеся от горизонта 8 и 9 слоев—к 1 и 13 слоям (рис. 34).

В сечении, приближающемся к широтному (профиль по линии IV—IV) рудное тело имеет столбообразную форму с плавными очертаниями (рис. 35).

Высота разведанной части «Нового» штока — 120 м, а в меридиональном направлении по длинной оси 10 слоя его размеры достигают 100—105 м. Площадь рудного поля ниже горизонта 9 слоя нулевой штольни резко меняется в различных участках сечения: в северной части поперечное сечение его уменьшается до 10—15 м<sup>2</sup>, в центральной и южной частях оно резко расширяется в широтном направлении, достигая 40—50 м<sup>2</sup>.

## СТРУКТУРНЫЕ И ТЕКСТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЕРНОКОЛЧЕДАНЫХ РУД ЧИРАГИДЗОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

### СТРУКТУРНЫЕ И ТЕКСТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РУД

Серноколчеданные руды Чирагидзорского месторождения характеризуются различными текстурными и структурными признаками. Это обусловлено элементами дорудной и пострудной тектоники, составом рудообразующих флюидов и боковых пород, а также метасоматическим замещением последних. В то же время отмечаются отдельные черты, характерные почти для всех установленных структурных и текстурных типов серного колчедана. К одной из них относится неравномерность минеральных компонентов (от 0,01 мм до 8 см). Второй особенностью отдельных типов руд является их кавернозность и пористость, а третьей—наличие брекчиевидного строения.

К. Н. Паффенгольд [26] выделил три типа руд: «песочную», «крепкую—кусковую» и менее богатую—«средней крепости».

«Песочная» руда представляет собой чистый, весьма мелкозернистый пирит. Руда плотная, с мелкими порами, выполненными кристалликами пирита и кальцита.

«Кусковая» руда представляет собой зернистый пирит с полигональными очертаниями. Величина зерен—от 0,02 до 0,5 мм. Руда «средней» крепости содержит очень мелкие включения порошкообразного гипса.

А. Ракитин [29] по структурным признакам также выделяет три типа руды:

1. Пирит в виде плотной мелкозернистой массы.
2. Пирит в виде кристаллических щеток и друз.
3. Пористый тонкозернистый агрегат пирита.

Недостатком этих типизаций является неполнота отображения разновидностей руд, встреченных на месторождении.

Наиболее удачной является классификация К. И. Филиппова, В. В. Герасимовой и Е. К. Столярова [33]. Они выделяют следующие типы руд: 1) мономинеральная руда, 2) окварцованная руда, 3) оруденелый кварцит и 4) серицит-пиритовая «сыпучка».

Мономинеральная руда в большинстве случаев занимает центральную часть штоков. В ней пирит полностью замещают кварцевые плаггиопорфиры. Содержание серы в этой руде колеблется от 48 до 53%. В этом типе выделяют массивные, губчатые руды и мономинеральную «сыпучку».

1. Массивная руда представляет собой сплошной мономинеральный агрегат кристаллов или неправильной формы зерен пирита. В этой руде часто встречаются и колломорфные структуры. Размер зерен пирита — от 1—2 мм до 5—7 см. Зерна имеют облик вкрапленников. Содержание серы в этой руде — около 53%.

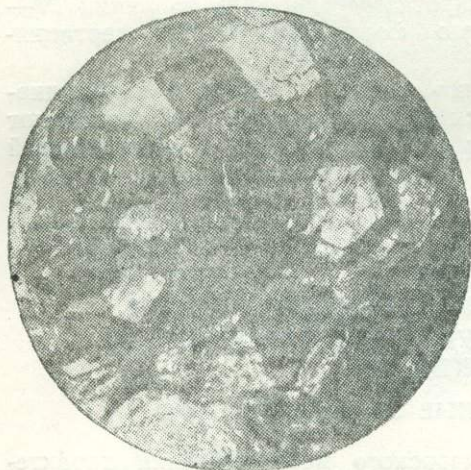


Рис. 36. Друзы пентагональных додекаэдров пирита из 12 слоя „Нового“ штока (фото К. И. Филиппова)

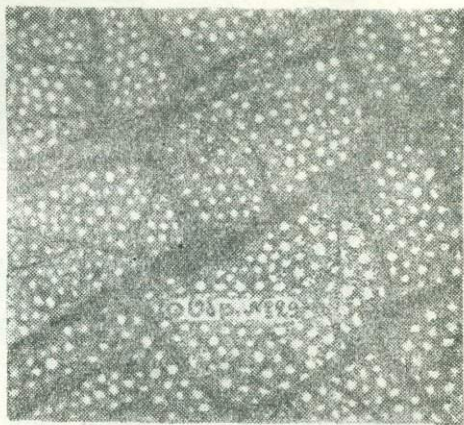


Рис. 37. Оруденелый вторичный кварцит из 12 слоя „Нового“ штока (микрoфото К. И. Филиппова)

2. Губчатая руда, наряду с массивной, составляет главную массу серного колчедана Чирагидзорского месторождения. Характеризуется она кавернозностью и большим количеством мелких пор. Размер их чаще всего измеряется миллиметрами или их долями, однако встречаются каверны до 2—3 см. В том случае, когда каверны очень мелки, можно говорить о пористости руды. 5—7% каверн выполнено (крустифицировано) вторичными минералами (сульфатами, карбонатами, кварцем). Редко в этих пустотах встречается флюорит. Образование губчатой текстуры, видимо, связано с сокращением объемов в процессе раскristаллизации коллоидальных флюидов. Эта руда, как и предыдущая, отлагалась в трещинах и пустотах.

С этой рудой следует связать образование друзовой текстуры серного колчедана. Друзы представлены хорошо образованными пентагон-додекаэдрическими кристаллами (рис. 36), размером до 5 см в поперечнике.

3. Мономинеральная «сыпучка» представляет собой тонкозернистый рассыпающийся агрегат пирита, образовавшийся в результате перетирания первых двух разновидностей при тектонических процессах. Содержание серы—48—52,4%.

Окварцованная руда тесно связана с мономинеральной и имеет незначительное распространение. Она представляет собой результат замещения пирита кварцем под действием более поздних гидротермальных растворов. В ней различают следующие структурные разности:

1) Петельчатая руда, характеризующаяся тем, что сетется сетью кварцевых жилок, вследствие чего зернистый агрегат пирита заключен среди петельчатых образований более поздней (второй) генерации кварца.

2) Брекчиевидная руда обусловлена элементами дорудной и пострудной тектоники. В первом случае в массу обломков вторичного кварцита проникал рудный раствор, образуя цемент, а во втором более поздняя (вторая) генерация кварца цементировала раздробленные зерна пирита.

3) Серицит-пиритовая «сыпучка» характеризуется мелкочешуйчатым каолиново-серицитовым агрегатом, интенсивно пропитанным мелкой вкрапленностью пирита. Содержание серы—30—45%.

Оруденелый кварцит (рис. 37) представляет собой породу, пронизанную жилками и зернами пирита. Кроме того, в ней часто наблюдаются реликтовые зерна кварца, сохранившегося в процессе кварцитизации кварцевых плагиопорфиров. Содержание серы колеблется от 10—15 до 48%. Она большей частью встречается в периферийных частях колчеданного тела или образует небольшие гнезда и линзы в различных участках последнего. В этой руде выделяются следующие структурные разновидности:

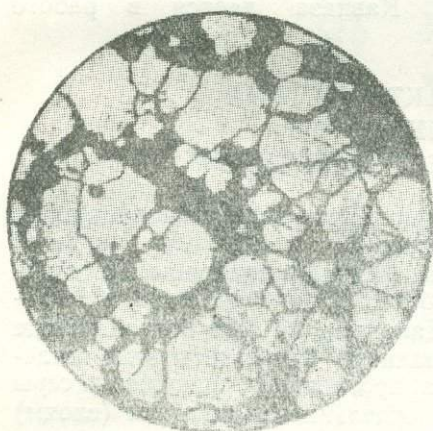


Рис 38. Вкрапленная руда из „Пятого“ штока. Белое—пирит, черное—кварцит (микрофото К. И. Филиппова)

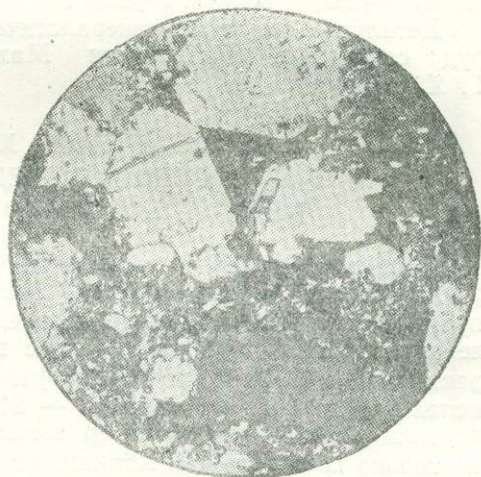


Рис. 39. Брекчиевидная руда из 10 слоя „Нового“ штока. Белое—обломки кварца, черное—пирит (микрофото К. И. Филиппова)

1) Вкрапленная руда (рис. 38)—разнозернистые кристаллы пирита вкраплены в массу вторичного кварцита. Нередко в ней наблюдаются прослойки и мелкие линзочки других разновидностей руд. Содержание серы во вкрапленной руде—15—17%.

2) Петельчатая руда характерна для «Четвертого» штока. Она представляет собой зернистый вторичный кварцит, пересеченный густой сетью жилок пирита в виде петельчатой структуры замещения. Содержание серы—30—40%.

3) Брекчиевидная руда (рис. 39) имеет значительное распространение. Она отличается от описанной выше брекчиевидной руды тем, что ее обломки представлены не пиритом, а кварцевым плагиопорфиром или кварцем, сцементированным пиритом.

Главная масса Чирагидзорских руд характеризуется массивной, губчатой, вкрапленной текстурой и серицит-пиритовой «сыпучкой».

В штоках наблюдается некоторая зональность в распределении структурных особенностей серного колчедана. Центральные части штоков чаще сложены мономинеральной рудой с массивной и губчатой текстурой. К периферии наблюдается переход в серицит-пиритовую «сыпучку». В контакте с вмещающими породами руда переходит в оруденелый вторичный кварцит. Здесь пирит образует вкрапленные и петельчатые структуры. По мере удаления от штоков оруденелый вторичный кварцит переходит в каолинизированные и хлоритизированные кварцевые плагиопорфиры, в которых пирит встречается в виде слабо рассеянной примеси.

Что касается минералогического состава серноколчеданных руд Чирагидзора, то кроме пирита, составляющего основную массу рудных што-

ков, встречаются и другие минералы, являющиеся его спутниками или образовавшиеся в результате метасоматических процессов вмещающих пород.

В настоящее время в Чирагидзорском серноколчеданном месторождении установлены следующие минералы: рудные — пирит, халькопирит, борнит, сфалерит, галенит, тетраэдрит, теннантит, пирротин; нерудные — кварц, барит, алуниит, флюорит, каолинит, серицит, хлорит; сульфаты и карбонаты двухвалентных оснований: гипс, мелантерит, фиброферрит, кальцит, малахит, азурит; сульфиды одно- и двухвалентных и гидрокислы трехвалентных оснований: халькозин, ковеллин, лимонит; элементы — медь, золото, серебро.

Детальное описание минералогической ассоциации серноколчеданных руд северо-восточной части Малого Кавказа дается в работе Г. Х. Эфендиева.

### КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕРНОКОЛЧЕДАННЫХ РУД ЧИРАГИДЗОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Основным критерием качественной характеристики серноколчеданных руд вообще и Чирагидзорского месторождения в частности является процентное содержание серы в руде. Нами были рассмотрены многочисленные анализы проб, приведенные в работах К. И. Филиппова, В. В. Герасимовой и Е. К. Столярова [33] и Г. Далакяна [14]. По первой работе использовано 102, а по второй — 212 анализов. Результаты этих исследований показывают характер изменения процентного содержания серы не только по отдельным штокам, но и по отдельным горизонтам (слоям) каждого из них. Все руды Чирагидзорского месторождения по содержанию в них серы<sup>1</sup> были разбиты на следующие типы: 1) более 45%, 2) 45—35%, 3) 35—25%, 4) 25—15% и 5) менее 15%.

Ниже приводим данные об изменении содержания серы в каждом из штоков в отдельности.

#### «ЧЕТВЕРТЫЙ» ШТОК

Всего по этому штоку имеются 24 анализированных пробы, 6 из которых взято в кварцшлагге нулевой штольни и 18 — в породах, пересекаемых выработкой штольни № 05-бис и ее рассечками (северной и южной).

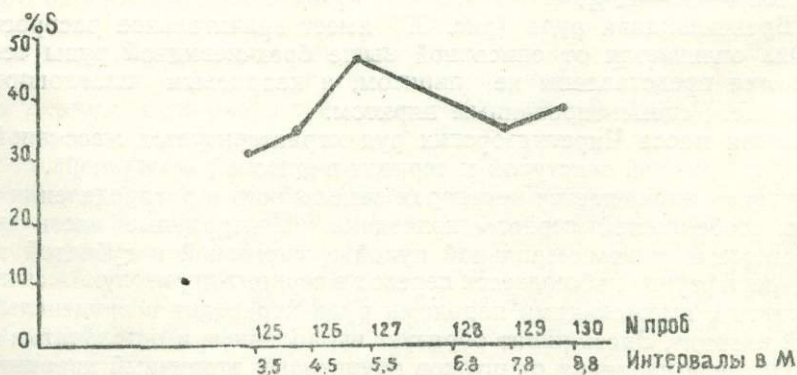


Рис. 40. Диаграмма качественной характеристики серного колчедана по кварцшлагге нулевой штольни «Четвертого» штока

<sup>1</sup> В кондиционной руде содержание серы должно превышать 30% (данные по руднику на 1952 г.).

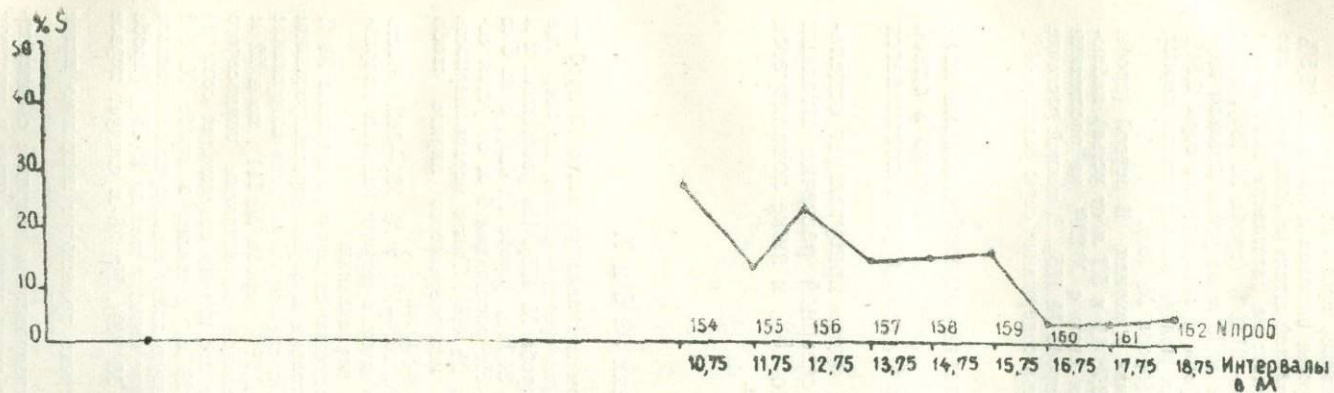


Рис. 41. Диаграмма качественной характеристики серного колчедана по штольне 05-бис „Четвертого“ штока

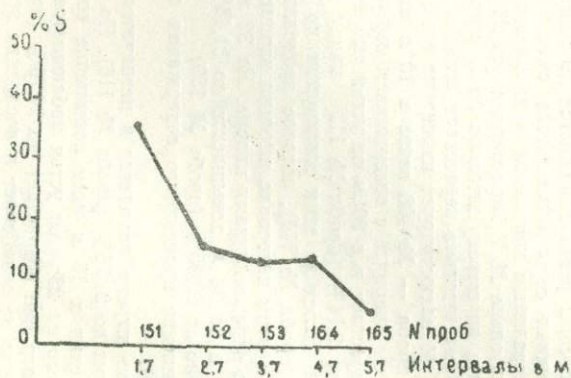


Рис. 42. Диаграмма качественной характеристики серного колчедана по северной рассечке штольни 05-бис „Четвертого“ штока

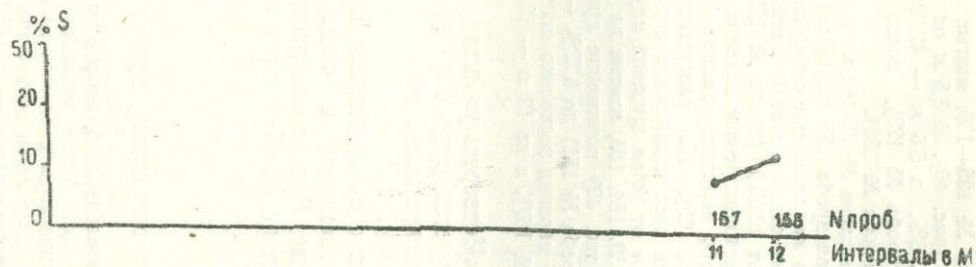


Рис. 43. Диаграмма качественной характеристики серного колчедана по южной рассечке штольни 05-бис „Четвертого“ штока

Пробы № 125—130, взятые в квершлага нулевой штольни, дали следующие результаты (рис. 40). В 3,5 м от устья квершлага (проба № 125) содержание серы равно 31,78%, в 5,5 м — 47,79% (проба № 127), через 7,8 м оно понижается до 35,40% (проба № 129), после чего на 8,8 м идет незначительное возрастание до 38,18% (проба № 130).

По штольне № 05-бис и ее расщепкам анализировались пробы № 154—168.

Первая проба (№ 154) была взята в 10,75 м от устья штольни и показала 25,5% серы. Это максимальное содержание серы в руде по данной штольне (рис. 41). Далее происходит снижение содержания в следующих пределах: на расстоянии 11,75 м оно составляет 12,08% (проба № 165), затем через 1 м — 21,05% (проба № 156), после чего происходит резкое падение и уже на расстоянии 16,75 м от устья штольни идут очень слабо пиритизированные кварцевые плагипорфиры с содержанием серы 2,54% (проба № 160). На расстоянии 18,75 м появляется мелкая вкрапленность пирита, вследствие чего содержание серы составляет 4,63% (проба № 162).

В 7 м от устья штольни идут расщепки — северная и южная. В первой (пробы № 151, 152, 164, 165, взятые на расстоянии 1,7; 2,7; 3,7; 4,7 и 5,7 м от устья) наблюдается (рис. 42) понижение процентного содержания серы с 36,22% на расстоянии 1,7 м (проба № 151) до 6,72% — на 5,7 м от устья (проба № 165). В южной расщепке (рис. 43) картина несколько меняется. На 11 м от устья содержание серы равно 8,44% (проба № 167), а на 12 м — 12,66%.

По «Четвертому» штоку на участке квершлага нулевой штольни концентрируется руда с содержанием серы от 35 до 45%. Только в одной пробе содержание серы понижается до 31,78%, а в другой повышается до 47,79%.

Руда с содержанием серы от 35 до 25% здесь присутствует отдельными гнездами и чаще встречается по северной расщепке штольни № 05-бис. Руда с содержанием серы от 25 до 15% и ниже локализуется по штольне № 05-бис и в южной расщепке ее.

#### «ПЯТЫЙ» ШТОК

По этому штоку пробы брались в штольнях № 6 и 7.

В штольне № 6, пересекающей шток в широтном направлении, взято 10 проб — № 456—465. Устье штольни было начато в мелкозернисто-рыхлом пирите, где содержание серы достигает максимума — 48,85% (проба № 456). На расстоянии 2 м от устья отмечается понижение содержания серы до 34,74% (проба № 458), а на 5 м — новое повышение — до 45,12% (проба № 461). На расстоянии 9 м от устья содержание серы резко понижается до 21,84% (проба № 465). Такая неравномерность в содержании серы объясняется сменой рыхлого мелкозернистого пирита слабо пиритизированным кварцитом и кварцевым плагипорфиром.

По штольне № 7 анализировалось 28 проб — № 107—124 и № 134—143. Часть проб взята по штреку штольни № 7, который сечет шток в меридиональном направлении. Сама штольня пересекает шток в широтном направлении.

Рис. 44 иллюстрирует изменение процентного содержания серы по штольне № 7. Первая проба — № 108 взята в 10 м от устья штольни в слабо пиритизированном темносером кварците с содержанием серы 15,92%. По глубине выработки содержание серы возрастает и в 20 м от устья оно достигает 18,06% (проба № 111), но в 22 м падает до 9,14% (проба № 112) ввиду незначительной пиритизации темносерого кварцита. Вслед за этим минимумом на 24 м идет повышение содержания серы до 22,33% (проба № 114), которое продолжается до 28 м, достигая в пробе № 146 28,17%. В этом интервале штольня входит в небольшую линзу мелкокристаллического пирита с вкрапленниками кварца. На 32 м содержание серы падает до 15,45% (проба № 148), а на 34 м повышается до 31,43% (проба № 149). На 36 м следует первое понижение до 29,95% (проба № 150).

Изменение процентного содержания серы в штреке происходит несколько иначе (рис. 45).

Устье штрека находится в незначительно пиритизированном кварците с содержанием серы до 21,76% (проба № 116). По мере углубления штрека в шток в северном направлении к 16 м идет повышение содержания серы до 45,90% (проба № 124), после чего на 23 м от устья наблюдается понижение до 13,80% (проба № 139). Но через метр оно возрастает до 24,70% (проба № 140). Несмотря на это, тенденция к понижению не ослабевает и последняя проба (№ 143), взятая в 27 м от устья штрека, характеризуется 17,75% серы.

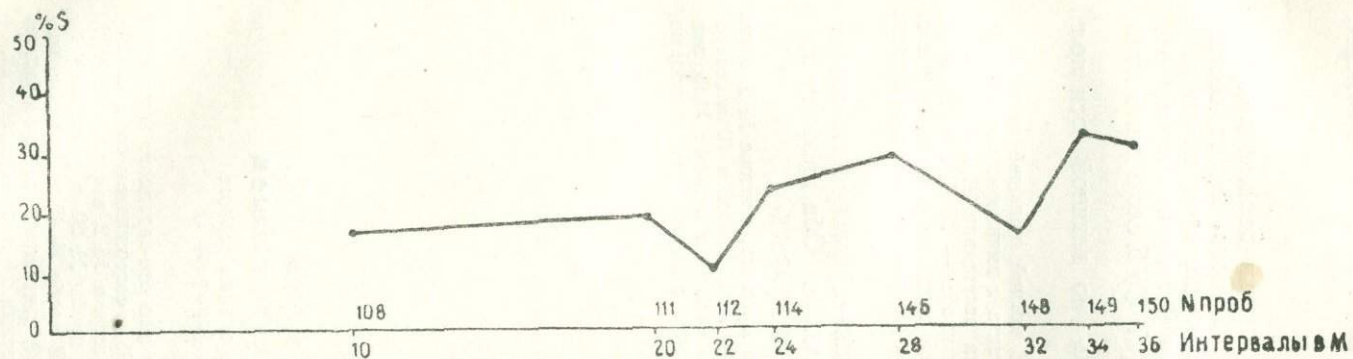


Рис. 44. Диаграмма качественной характеристики серного колчедана по штольне № 7 „Пятого“ штока

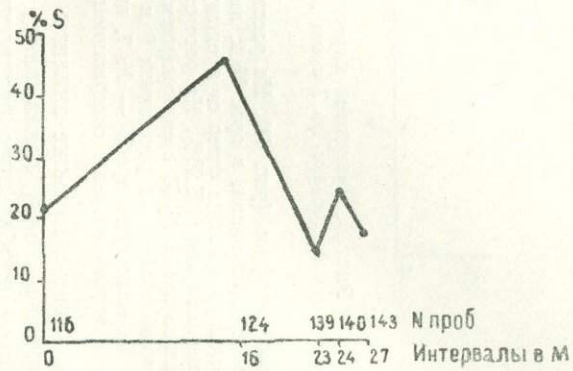


Рис. 45. Диаграмма качественной характеристики серного колчедана по штолку штольни № 7 „Пятого“ штока

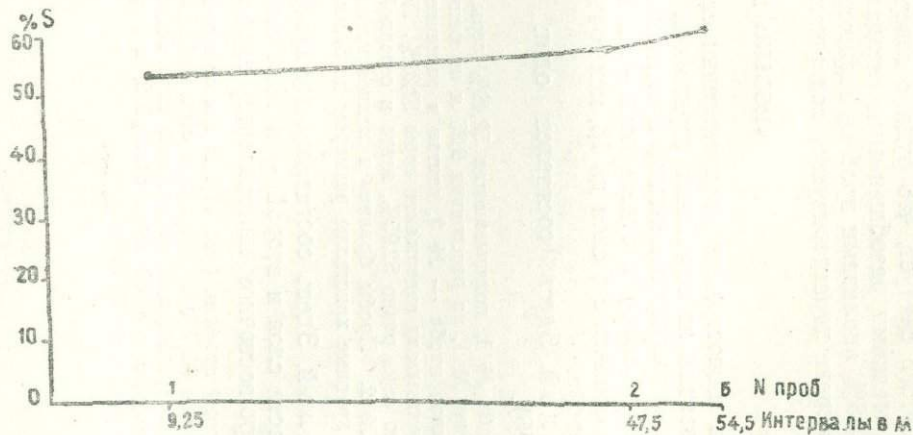


Рис. 46. Диаграмма качественной характеристики серного колчедана по 6 слою „Нового“ штока

Из этого следует, что руда с содержанием серы более 45% встречается мелкими разобщенными гнездами. Руда с содержанием серы от 35 до 45% анализами проб не зафиксирована. Преобладающая руда в этом штреке характеризуется содержанием серы от 35 до 25% и менее.

#### «НОВЫЙ» ШТОК

Для иллюстрации распределения серы в руде, по данным анализов проб, взятых из отдельных горизонтов (слоев) «Нового» штока, составлены диаграммы изменения процентного содержания серы по каждому горизонту (слою) в отдельности—как по длинной, так и по короткой оси. Пробы брались с 5 слоя до 13, исключая 10 слой. По 5 слою взята лишь одна проба.

6 слой. Здесь составлен один профиль по длинной оси поля (рис. 46).

Проба № 1, показывающая 52,40% серы, взята в южной, меньшей части слоя, в расщелке № 1, на расстоянии 9,25 м от южного контакта с вмещающими породами. Следующая проба — № 2, взятая в расщелке № 4, на расстоянии 38,5 м от пробы № 1, показывает содержание серы 52,31%. Последняя проба — № 6, в которой количество серы равно 52,95%, взята в северной, большей части, на расстоянии 7 м от пробы № 2. Пробы брались в мелкокристаллическом рыхлом пирите, содержащем иногда крупные кристаллы размером до 5 мм.

7 слой. Здесь составлено два профиля: один—в крайней юго-восточной части слоя и второй — в 16 м северо-западнее. Оба профиля идут в северо-восточном направлении, параллельно друг другу.

Первый профиль (рис. 47). В 1 м от юго-западного контакта, в штоке № 2, взята проба руды № 1 с содержанием серы 41,23%. В пробе № 2, взятой в 10 м северо-восточнее предыдущей, содержание серы возрастает до 44,21%, а в пробе № 3, взятой в северо-восточной части орта № 2, в 1 м от контакта с вмещающими породами, оно снижается до 27,92%.

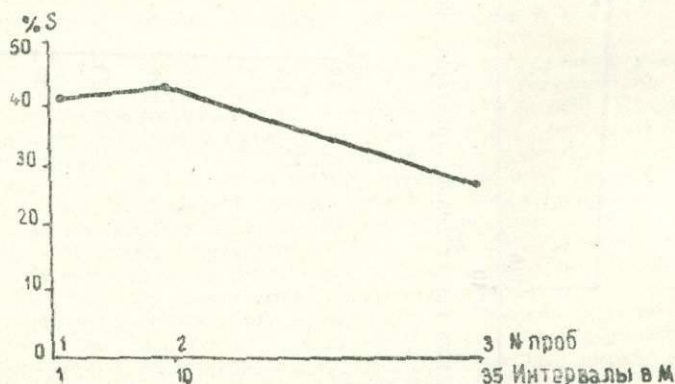
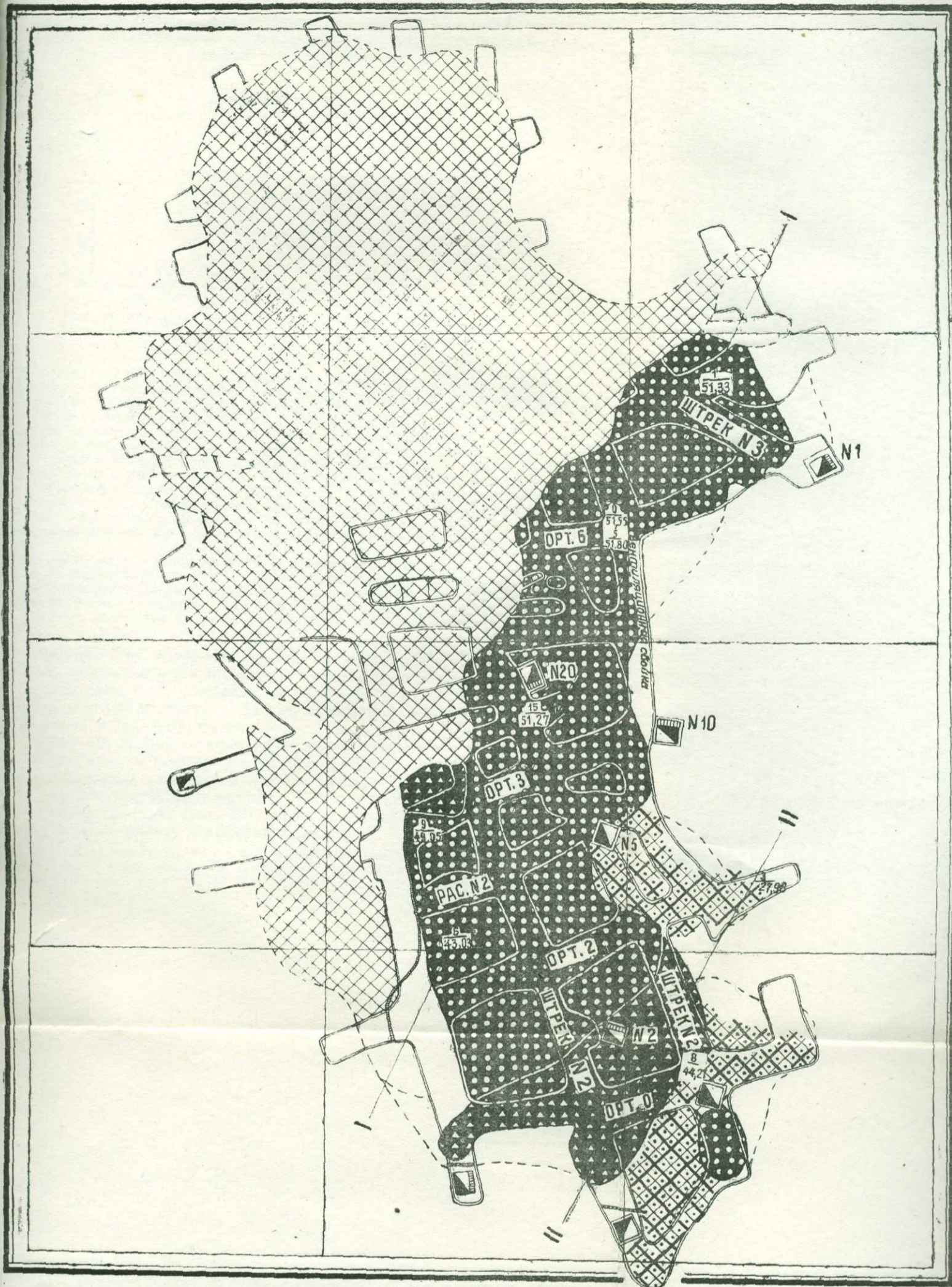


Рис. 47. Диаграмма качественной характеристики серного колчедана по 7 слою «Нового» штока (профиль I)

Второй профиль (рис. 48). На расстоянии 9,5 м от юго-юго-западного контакта с вмещающими породами, в орте № 2, взята проба № 61 с содержанием серы 46,03%. На расстоянии 9,5 м на север от предыдущей пробы, в штреке № 2, взята проба № 20 с содержанием серы 45,20%. На расстоянии 12,5 м от пробы № 20, в расщелке у гезенка, взята проба № 60 с содержанием серы 51,27%. В пробе № 45 из расщелки вентиляционной обойки, на расстоянии 9 м от пробы № 60, содержание серы возрастает до 51,55%. Последняя проба — № 7, взятая на расстоянии 24 м от предыдущей, в орте № 8, характеризуется содержанием серы 51,99%.

Эти данные, а также анализы проб, не использованных при построении профилей I и II, показывают, что в непогащенной юго-юго-восточной части слоя наибольшим распространением пользуется руда с содержа-



2,5 0 2,5 5 7,5 10 м

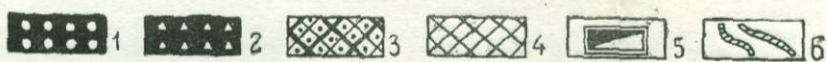
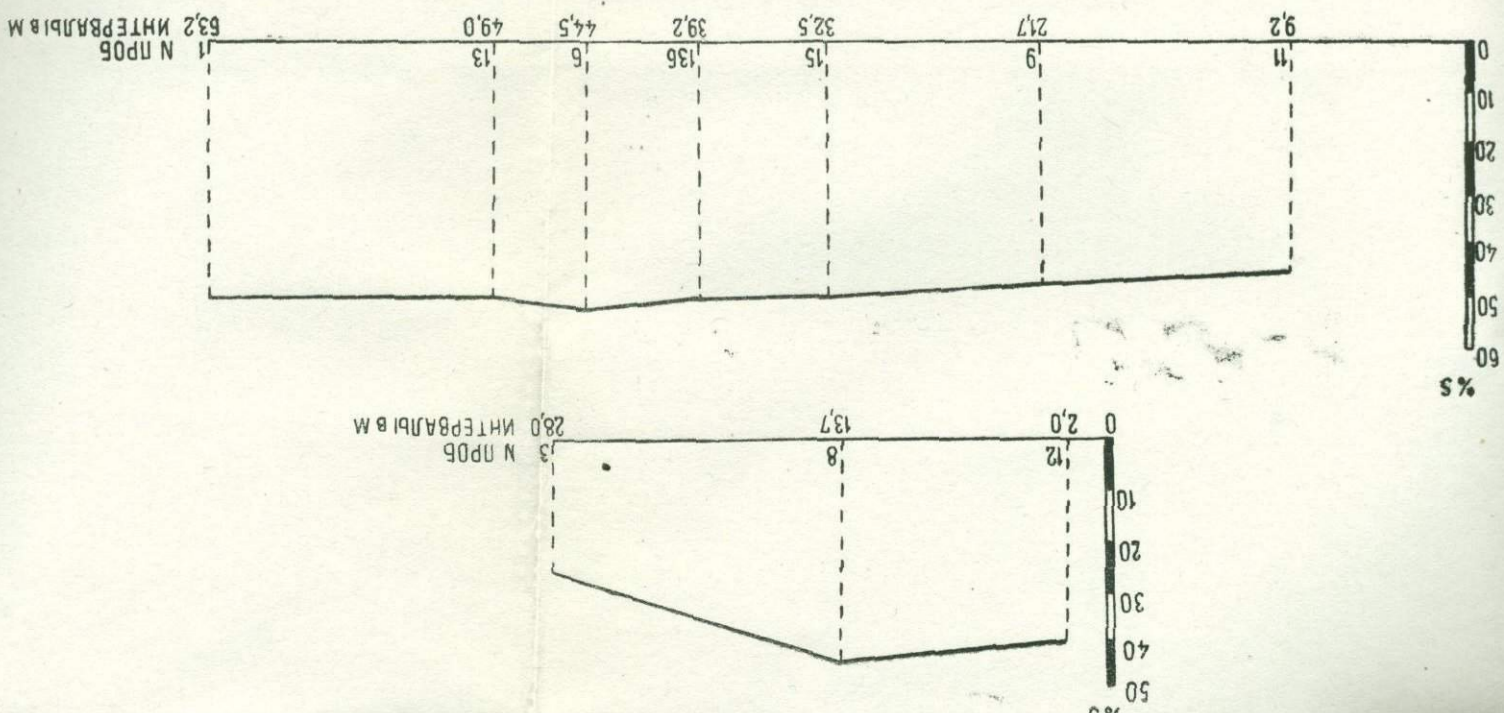


Рис. 49. Качественная характеристика серного колчедана по горизонту 7 слоя «Нового» штока.

1 — содержание серы более 45%; 2 — содержание серы 35—45%; 3 — содержание серы 25—35%; 4 — погашенные участки; 5 — гезенки; 6 — дайка порфирита дорудная.

Диаграммы качественной характеристики серного колчедана.



нием серы более 45% (рис. 49). Руда с содержанием серы от 35 до 45% локализуется в юго-восточной части слоя и встречается на западе в виде небольшой линзы. В южной половине невыработанного слоя, в западной периферии его, встречается руда с содержанием серы от 25 до 35%.

8 слой. По этому слою составлен профиль, характеризующий содержание серы в руде по длинной оси поля (рис. 50).

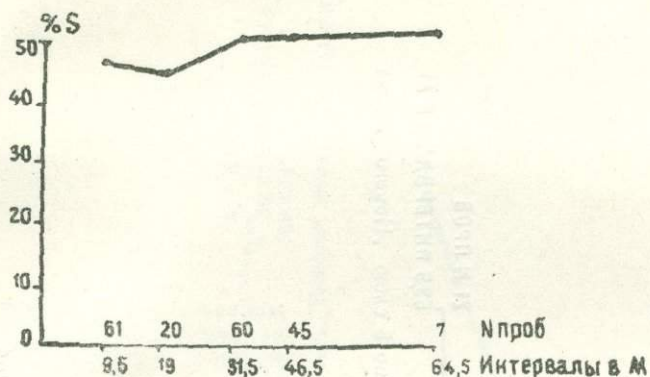


Рис. 48. Диаграмма качественной характеристики серного колчедана по 7 слою «Нового» штока (профиль II)

Первая проба — № 3, взятая в нулевом орте на расстоянии 3,5 м от южного контакта слоя, содержит серы 44,12%. Далее профиль проходит вдоль вентиляционного штрека, на пересечении которого с ортом № 2-бис, в 22,5 м от предыдущей, взята проба № 31. Содержание серы в ней 17,73%. Этот минимум следует отнести за счет участка слабо пиритизированных вторичных кварцитов. Далее на север идет возрастание содержания серы. На пересечении вентиляционного штрека с вентиляционной обойкой в западной стенке штрека, на расстоянии 15 м от пробы № 31, взята проба № 30 с содержанием серы 47,94%. Проба № 35, взятая на расстоянии 14,5 м по профилю от пробы № 30 в орте № 5 (в 3,5 м от северного угла штрека № 2), характеризуется содержанием серы 48,64%. В пробе № 21, взятой на расстоянии 14 м на север от пробы № 35, в орте № 8, серы 36,20%.

Поперечный профиль (рис. 51) проведен параллельно короткой оси слоя по орту № 6.

Проба № 48 взята в 14,5 м от западной границы слоя и содержит серы 27,21%. Проба № 35 находится от нее в 9 м и одновременно попадает на продольный профиль. Здесь процентное содержание серы, как указывалось выше, равно 48,64%. Далее на восток процентное содержание серы несколько возрастает — до 49,80% (проба № 24, взятая на расстоянии 14,5 м от северного угла орта № 6 и штрека № 2 по профилю).

Из описания этих профилей следует, что руда с содержанием серы более 45% концентрируется в северной и восточной частях анализируемой площади слоя. Руда с содержанием серы от 35 до 45%, а также от 25 до 35% и в одном случае — 17,73% встречается небольшими участками в южной и западной частях слоя.

9 слой. По пробам, взятым на этом слое, составлено четыре профиля. Один идет от южного контакта к северному (продольный), три других расположены в перпендикулярном к нему направлении (поперечном) — у южного контакта, в середине слоя и у северного контакта.

По первому профилю (рис. 52) показано изменение процентного содержания серы от южной периферии к северной.

Проба № 38, взятая в орте № 2, в 8 м от контакта, показала 12,44% серы. Далее по направлению к северу процентное содержание серы растет, достигая в 138 м от контакта 45,65% (проба № 194). В 3 м от пробы № 194 была взята проба № 246 в мелкокристаллическом пирите, показавшая 25,40% серы. Однако уже через 3 м процентное содержание серы снова увеличивается до 44,71% (проба № 321), а затем в 3 м от северного контакта достигает 50,67% (проба № 365).

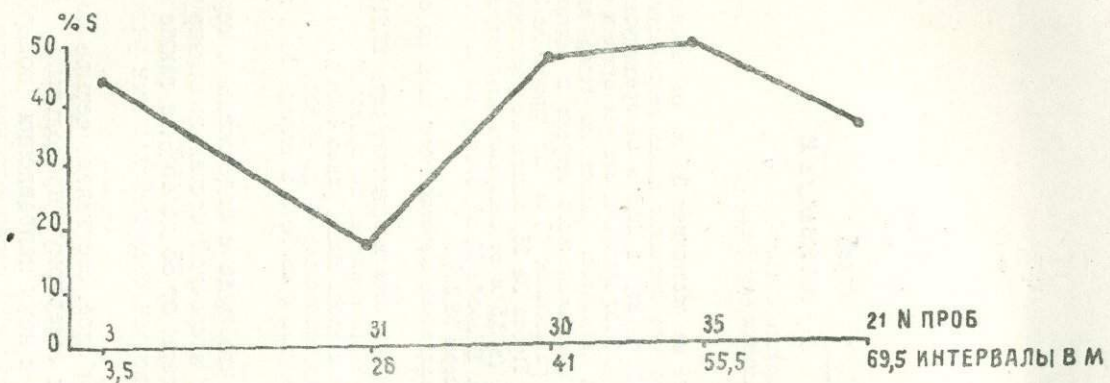


Рис. 50. Диаграмма качественной характеристики серного колчедана по 8 слою „Нового“ штока (продольный профиль)

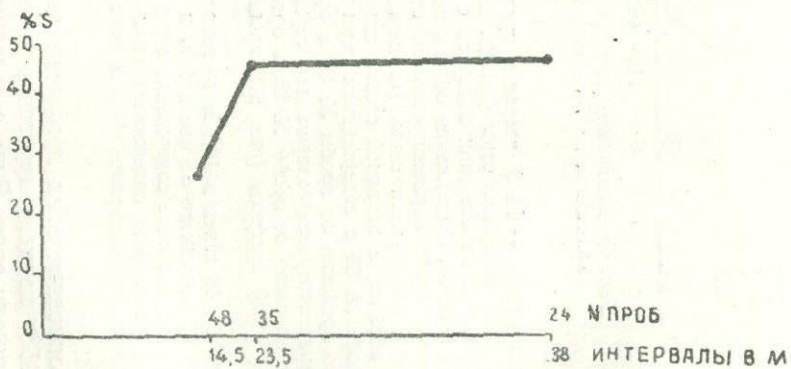


Рис. 51. Диаграмма качественной характеристики серного колчедана по 8 слою „Нового“ штока (поперечный профиль)

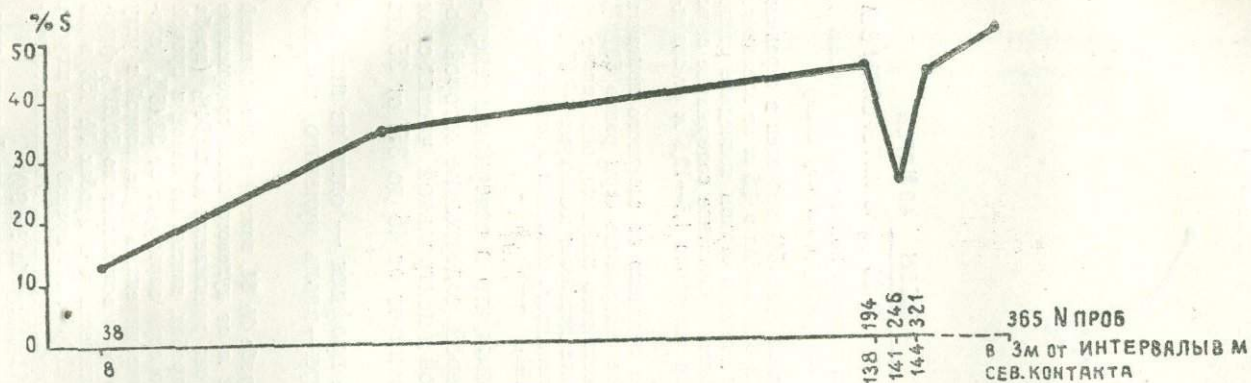


Рис. 52. Диаграмма качественной характеристики серного колчедана по 9 слою „Нового“ штока (продольный профиль по периферии слоя)



Рис. 53. Диаграмма качественной характеристики серного колчедана по 9 слою „Нового“ штока (поперечный профиль по южному контакту слоя)

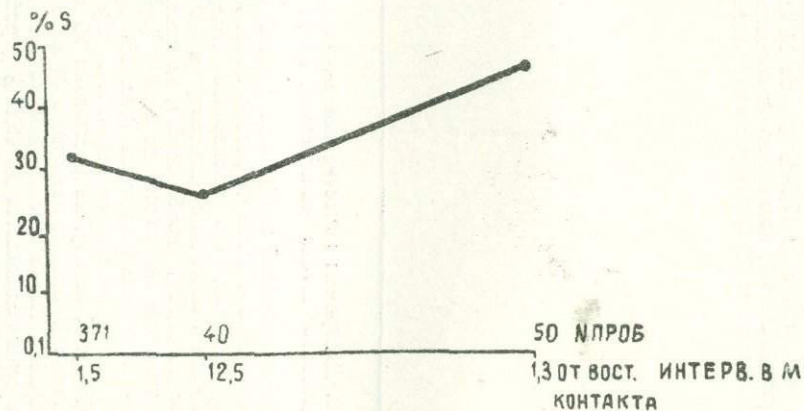


Рис. 54. Диаграмма качественной характеристики серного колчедана по 9 слою „Нового“ штока (поперечный профиль в средней части слоя)

Первый поперечный профиль по южному контакту (рис. 53) проведен по орту № 1 и заканчивается в орте № 2. В 7,5 м от западного контакта процентное содержание серы равно 20,60% (проба № 86). В пробе № 84, взятой в 15 м от западного контакта, происходит возрастание количества серы до 25,68%. В 17,5 м от этого контакта оно падает до 17,52% (проба № 39), затем на 25 м снова возрастает до 31,10% (проба № 82), после чего от контакта снова следует падение до 29,60% (проба № 80). Затем на 37 м следует повышение до 42,20% (проба № 78).

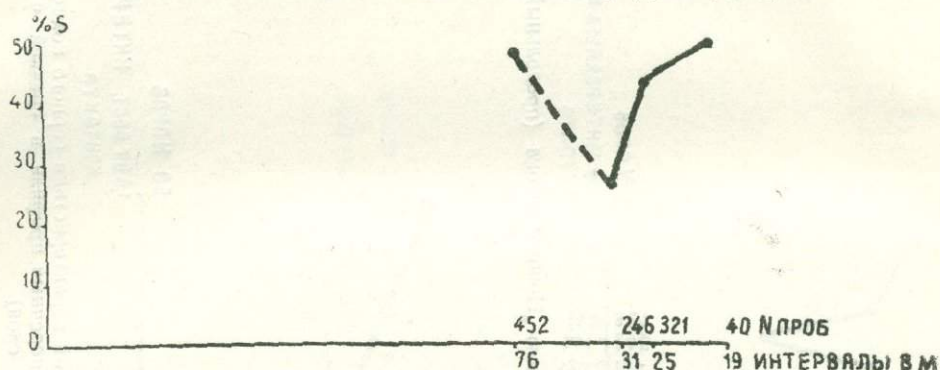


Рис. 55. Диаграмма качественной характеристики серного колчедана по 9 слою „Нового“ штока (поперечный профиль по северному контакту слоя)

Второй поперечный профиль по средней части слоя (рис. 54) проведен в середине слоя по орту № 5 и далее на восток. Здесь проба № 371, взятая в 1,5 м от западного контакта, показала, что процентное содержание серы в серном колчедане равно 32,71%. Далее к восточному контакту (в 1,3 м от него) процентное содержание серы возрастает до 47,70% (проба № 50), за исключением интервала 1,5—12,5 м от западного контакта, где оно падает до 26,94% (проба № 40).

Третий поперечный профиль (рис. 55) проведен недалеко от северного контакта слоя (в 13 м от восточного контакта). Процентное содержание серы равно 50,83% (проба № 40). К западу, на расстоянии 25 м от восточного контакта, оно падает до 44,17% (проба № 321) и, наконец, в 31 м от контакта достигает минимума — 25,40% (проба № 246). После этого минимума в 76 м от западного контакта процентное содержание серы поднимается до 48,62% (проба № 452).

Из всего изложенного можно сделать вывод, что в северном и северо-восточном направлении руда обогащается серой, содержание которой достигает 40—45% и более. В западной, южной и центральной частях слоя содержание серы в руде соответственно варьирует от 45 до 35, от 35 до 25 и от 25 до 15% и менее.

11 слой. По этому слою составлено 4 профиля — один из них параллельно штреку 11 слоя, а остальные три — вдоль нулевого, первого и второго ортов.

По первому профилю (рис. 56, профиль I) в пробе № 81, взятой в юго-западной части слоя в левой стенке штрека на расстоянии 2 м от нулевого орта, содержание серы в руде равно 31,48%. Далее на северо-восток оно понижается до 22,94% (проба № 105), а в пробе № 106 возрастает до 43,6%. В пробах, взятых по левой и правой стенкам штрека между ортами № 1 и 2, количество серы варьирует от 33,45% (проба № 221) до 36,16% (проба № 82). В левой стенке штрека, в руде, взятой в углу целика, в месте пересечения ортом № 2, количество серы возрастает до 50,63% (проба № 96). Северо-восточнее по профилю оно понижается и в пробах № 153 и 86 левой стенки варьирует соответственно от 41,11 до 45,36%. По правой стенке штрека в целике между ортами № 2 и 3 содержание серы опускается, имея минимальное значение 21,44% (проба № 18), а максимальное — 35,28% (проба № 94).

Во втором профиле (рис. 56, профиль II), проходящем в юго-западной части слоя, проба № 263, взятая у юго-западного контакта, характеризуется содержанием серы 24,32%. На расстоянии 5 и 9 м от контакта оно возрастает до 40,21% (проба № 103) и 43,16% (проба № 80). Далее, по мере приближения к штреку 11 слоя наблюдается постепенное снижение содержания серы до 26,06% (проба № 111) и 14,12% (проба № 110), в то время как в 2 м от устья орта количество серы в руде достигает 33,53% (проба № 109). Вблизи устья юго-восточного орта руда содержит 39,14% серы (проба № 99), а в 4 и 11 м соответственно 32,32 и 38,15% (пробы № 116 и 118). По мере

приближения к юго-восточному контакту происходит понижение содержания серы до 33,61% (проба № 120), и в 0,5 м от последнего пункта оно равно 31,44% (проба № 122). Только в одной пробе — № 121, взятой в правой стенке орта на расстоянии 5 м от контакта, содержание серы не превышает 20,08%.

По третьему профилю (рис. 56, профиль III) вблизи северо-западного контакта слоя, в пробе № 40, взятой в правой стенке орта № 1, содержание серы достигает 54,45%, в то время как в левой стенке оно равно 24,83% (проба № 41). Далее на юго-восток по профилю, до пересечения орта с штреком II слоя, в руде правой и левой стенок количество серы меняется от 26 до 34,68% (пробы № 64 и 62) и только в одной пробе — № 50 оно увеличивается до 38,03% (правая стенка орта, в 12 м от контакта), а в другой (№ 126) снижается до 24,14% (правая стенка орта, в 16 м от контакта).

В юго-восточной части орта № 1, в 13 м от штрека II слоя, количество серы в руде меняется от 26,06 до 28,81% (пробы № 131 и 124). В двух пробах (№ 218 и 208), взятых в левой стенке на расстоянии 6 и 11 м от штрека II слоя, оно соответственно равно 47,64 и 50,24%. На расстоянии 14 и 18 м от II слоевого штрека в сторону контакта с вмещающими породами содержание серы равно 34,43 и 18,04% (пробы № 134 и 148), а в 1 м от контакта оно повышается до 38,00% (проба № 146).

Четвертый профиль (рис. 56, профиль IV) составлен по данным анализов 7 проб. По трем пробам (№ 143, 142 и 84), взятым в правой стенке орта № 2, начиная с юго-западной части профиля в направлении штрека II слоя, содержание серы возрастает от 35,25 до 43,30%. По левой стенке в 11 м от штрека II слоя оно понижается до 24,51% (проба № 141).

В юго-восточной части орта наблюдаются более резкие колебания количества серы в руде. Если на расстоянии 3 м от штрека II слоя оно меняется от 21,47 до 20,64% (пробы № 18 и 144), то далее на юго-восток от устья орта, в интервале от 8 до 15 м, содержание серы увеличивается до 48,39 и 49,85% (пробы № 220 и 321).

Приведенные по всем четырем профилям II слоя данные дают возможность сделать следующие выводы.

Руда с содержанием серы более 45% локализуется в северо-восточной части южной половины слоя, где образует разобщенные участки площадью от 1 до 7 м<sup>2</sup>. В северо-западной, центральной и южной частях слоя она образует три небольших гнезда. Значительным распространением пользуется руда с содержанием серы от 35 до 45%. Она встречена в северо-западной и северо-восточной частях слоя, а на юго-западе занимает площадь 24 м<sup>2</sup>. Руда с содержанием серы от 25 до 35% имеет примерно такое же распространение. Она локализуется в юго-западной и южной частях слоя, вблизи контакта с вмещающими породами. Руда с содержанием серы от 15 до 25% встречена главным образом в западной части слоя на площади 114 м<sup>2</sup>, а в северо-восточной и юго-восточной частях — на участках размерами 8 и 21 м<sup>2</sup>. Она представляет собой слабо притритизированные вторичные кварциты.

12 слой. По этому слою составлено три профиля: один — с северо-востока на юго-запад по пробам, взятым вдоль штрека 12 слоя, и другие два — с северо-запада на юго-восток по анализам проб, взятым по первому и второму ортам.

Рассматривая первый профиль (рис. 57, профиль I), проведенный в юго-западном направлении от контакта с вмещающими породами, видно, что на протяжении 23 м в пробах № 445, 444, 446, 334, 447, 449, 448 и 335, взятых по левой и правой стенкам штрека 12 слоя, содержание серы в руде варьирует от 25,50 до 34,87% и только в одной пробе — № 188, взятой в потолке штрека против рассечки № 1, содержание серы возрастает до 46,43%, а по правой стенке штрека, в 3 м от нулевого орта, оно падает до 18,12% (проба № 449). Далее на северо-восток по профилю, на расстоянии 5 м по левой стенке штрека минимальное количество серы в руде равно 25,70% (проба № 186), а максимальное — 44,35% (проба № 183).

Начиная от средней части штрека по линии пересечения его с нулевым ортом на расстоянии 21 м руда характеризуется увеличением содержания серы от 45,83 до 52,86% (пробы № 313, 182, 256, 242, 257, 267, 277, 323, 296, 275, 293, 297, 276, 263, 322, 321, 258, 189, 319, 188). В отдельных случаях содержание серы снижается до 26,47% (левая стенка штрека) — 34,43% (правая стенка). По мере приближения к контакту с вмещающими породами в пробах, взятых по левой стенке штрека, содержание серы постепенно снижается, и в 0,3 м от контакта оно равно 27,68% (проба № 324).

По второму профилю (рис. 57, профиль II), проходящему вдоль нулевого орта на расстоянии 21 м от западного контакта его с вмещающими породами, количество серы в руде колеблется от 25,40 до 34,83% (пробы № 249, 250, 392, 396, 400, 401, 402, 403, 404 и 406). Участками колчедан более богат. Так, например, в трех пробах, взятых в 4 м от контакта (проба № 405), в средней части правой стенки орта (проба № 393), а также в устье его (проба № 270) содержание серы соответственно равно 41,13; 38,11 и 37,29%. По правой стенке в устье орта оно увеличивается до 45,83% (проба № 313). Снижение серы по правой и левой стенкам орта до 20,07 и 22,71% (пробы № 250 и 251) обусловлено наличием участков слабо оруденелых рудовмещающих пород.

В юго-восточной части нулевого орта до рассечки № 2 содержание серы в пробах № 187, 188, 307, 306 и 315, взятых в левой и правой стенках, различное. Если в левой стенке оно варьирует от 44,56 до 46,93%, то в правой максимальное содержание серы равно 41,04%, а минимальное — 40,84%. Юго-восточнее рассечки № 2 количество серы в пробах, взятых по левой и правой стенкам на расстоянии 5 м, возрастает и в первой из них равно 51,02% (проба № 254), а во второй — 49,51% (проба № 253). Далее, по мере приближения к контакту, количество серы в руде снижается и по левой стенке, в 5 м от контакта, оно равно 29,02% (проба № 273), а в 1 м — 44,12% (проба № 291). По правой стенке три пробы, взятые на расстоянии 2 м друг от друга, характеризуются следующими данными: в пробе № 272, взятой в 5 м от контакта, содержание серы составляет 44,21%; в пробе № 290 (в 3 м от контакта) — 46,21% и в пробе № 289 (в 1 м от контакта) — 38,03%.

Третий профиль (рис. 57, профиль III) составлен по анализам проб, взятых по левой и правой стенкам второго орта. В северо-восточной части его первая проба — № 438 взята в 7 м от контакта и характеризуется содержанием серы, равным 49,01%. Далее на юго-восток, на расстоянии 13 м количество серы варьирует от 45,47 (проба № 431) до 52,47% (проба № 434) и только в одной пробе — № 430, взятой по правой стенке рассечки, оно снижается до 24,00%. На протяжении 8 м до устья орта № 2, в пробах № 394, 328 и 326, взятых в левой его стенке, содержание серы в руде варьирует от 39,13 до 44,07%, а в одном случае (проба № 390) оно снижается до 33,35%. По левой стенке минимальное содержание ее равно 31,48% (проба № 395), а максимальное — 49,20% (проба № 391). В юго-восточной части нулевого орта в пробах № 263, 276 и 322, взятых по правой и левой стенкам, руда характеризуется содержанием серы от 47,92 до 48,74%. Только в пробе № 330, взятой по правой стенке в 2,3 м от контакта с вмещающими породами, количество серы снижается до 34,73%.

Совокупность всех анализов серноколчеданных проб по 12 слою «Нулевого» штока, включая и те, которые не были использованы при построении профилей, дают возможность наметить некоторую зональность в распределении руд с различным содержанием серы (рис. 57).

Руда, где количество серы превышает 46%, локализуется в северо-восточной половине слоя. На юго-западе и юго-востоке она встречается в виде мелких гнезд.

Колчедан с содержанием серы от 45 до 35% оконтуривает руду с содержанием серы более 45%, располагаясь юго-западнее и юго-восточнее последней. На северо-востоке она также оконтуривает руду, более богатую серой, и занимает площадь 96 м<sup>2</sup>. В западной половине слоя и в юго-восточной периферии его концентрируется руда с содержанием серы от 35 до 25%. Отдельные линзы встречены в северо-восточной части слоя. Весьма подчиненное значение имеет руда с количеством серы от 25 до 15%. Она характеризует собой слабо оруденелый вторичный кварцит, встречающийся в центральной и северо-восточной частях слоя в виде мелких изолированных участков.

13 слой. По пробам этого слоя составлены два профиля: один из них, параллельный главному штреку 13 слоя, идет от юго-западного контакта к северо-восточному, а второй проходит в южной половине слоя в направлении с запада на восток.

По первому профилю (рис. 58, профиль I) пробы, взятые у входа в штрек 13 слоя, характеризуют слабо оруденелые вторичные кварциты, содержание серы в которых не превышает 11,76%.

На северо-востоке содержание серы в более оруденелых вторичных кварцитах несколько возрастает и варьирует в пределах 15,26—24,24% (пробы № 28 и 23). В 6 м севернее рассечки № 1 (проба № 31) уменьшение серы до 14,28% следует отнести за счет слабо пиритизированных вторичных кварцитов. На участке южнее рассечки

№ 2 содержание серы в одной пробе (№ 40) достигает 25,92%, а во второй (№ 37) — 33,44%. Анализ трех проб (№ 192, 301 и 302), взятых в северо-западной расщелке № 2 в сторону контакта с вмещающими породами, показал резкое увеличение серы до 52,11%, однако в 1 м от контакта содержание серы падает до 24,61% (проба № 303).

На северо-восток по главному штреку, в 6 м от расщелки № 2, в пробах № 351 и 338 содержание серы колеблется от 39,84 до 43,90%. В пробах № 355 и 366, взятых в левой и правой стенках штрека 13 слоя на расстоянии 1 и 2 м от расщелки № 3, количество серы падает до 9,06—15,35%. Этот минимум следует отнести за счет участка слабо пиритизированных вторичных кварцитов.

Пробы (№ 389, 416 и 424) юго-восточной части расщелки № 3, взятые по правой стенке ее, показали минимальное содержание серы 28,42%, а максимальное — 42,94%; по левой стенке (пробы № 376 и 423) оно варьирует от 35,69 до 37,23%. В расщелке № 3, в непосредственном контакте с вмещающими породами содержание серы равно 48,21% (проба № 428). Северо-восточнее, по левой стенке главного штрека, наблюдается уменьшение серы до 16,23% (проба № 386). Далее количество серы постепенно возрастает и вблизи северо-восточного контакта (проба № 435) достигает 39,30%. По правой стенке максимальное содержание серы равно 45,03% (проба № 420), а в непосредственном контакте с вмещающими породами падает до 10,13% (проба № 436).

По второму профилю (рис. 58, профиль II) по северной стенке расщелки № 1, на расстоянии 11 м от западного контакта, содержание серы в пробах № 442, 426, 418 и 294 варьирует от 35,00 до 44,26% и в одной пробе (№ 399) падает до 19,63%. По южной стенке, на расстоянии 9 м от указанного контакта, максимальное содержание серы равно 47,28% (проба № 437). Далее на восток, примерно в 14 м, оно варьирует от 25,07 до 31,00% (пробы № 288 и 358) и в 2 м от устья этой расщелки падает до 21,94% (проба № 259). В восточной расщелке № 3 в пробах № 32 и 43, взятых по северной стенке, содержание серы от 26,93% падает до 25,53%, а потом постепенно увеличивается до 40,23% (проба № 48). В 12 м от устья расщелки оно варьирует в пределах 46,89—48,64% (пробы № 49 и 195). В 3 м от контакта с вмещающими породами оно достигает максимума и равно 56,00% (проба № 56). По южной стенке (пробы № 46, 47, 51 и 57) оно колеблется от 46,87 до 51,60%; вблизи же контакта с вмещающими породами равно 47,36%.

На основании изложенного следует, что руда с содержанием серы более 45% концентрируется в восточной части 13 слоя (рис. 58). Богатые серой участки имеются в виде гнезд в южной, юго-западной и северо-западной его частях. Руда с содержанием серы от 45 до 35% концентрируется в северо-восточной части слоя и небольшими участками встречена вблизи западного и восточного контактов его. Примерно таким же распространением пользуется руда с содержанием серы от 35 до 25%. В юго-западной части слоя она образует участки площадью 102 м<sup>2</sup>, а в юго-восточной — 48 м<sup>2</sup>; на северо-западе разобщенные гнезда имеют наименьшую площадь 9 м<sup>2</sup>. Руда с содержанием серы от 25 до 15% концентрируется севернее расщелки № 1, переходя в слабо-оруденелые вторичные кварциты с содержанием серы ниже 15%.

По «Новому» штоку процентное содержание серы в руде возрастает с юга на север, а также с запада на восток. Изменение процентного содержания серы в вертикальном разрезе «Нового» штока характеризуется следующими данными.

На 5 слое среднее содержание серы равно 48,05%; на 6 оно увеличивается до 52,55%; на 7 уменьшается до 45,72%; на 8 равно 41,34%; на 9 — 38,34%; на 11—34,37%; на 12 возрастает до 39,26%. По 13 слою среднее значение не выведено вследствие того, что этот слой еще не околтурен и находится в стадии разведки.

Среднее содержание серы по «Новому» штоку (пробы из 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12 слоев) — 42,80%.

Из сопоставления среднего содержания серы по «Четвертому», «Пятому», «Старому» и «Новому» штокам следует, что штоки, расположенные вдоль западной линии разлома («Четвертый» и «Пятый») имеют более низкое содержание серы, нежели «Старый» и «Новый». Кроме того, штоки, расположенные севернее, вдоль линии разлома, обладают более высоким содержанием серы: в «Пятом» штоке оно выше, чем в «Четвертом», а в «Новом» выше, чем в «Старом».

## ГЕНЕЗИС

Генезис Чирагидзорского месторождения серного колчедана в той или иной степени освещается в работах К. Н. Паффенгольца [26], К. И. Филиппова, В. В. Герасимовой и Е. К. Столярова [33], А. Ракитина [29]. Все эти авторы совершенно правильно считают, что месторождение является гидротермально-метасоматическим (мезо- и эпитермальным). Форма рудных тел, характер контактов, несогласное залегание их с вмещающими породами, а также метасоматическое замещение кварцевых плагиопорфилов сульфидными флюидами свидетельствуют о эпигенетичности рассматриваемого месторождения.

Источником гидротермальных растворов, несущих сульфидное оруденение, очевидно, являлась Бахшидзорская кварц-диоритовая интрузия, обнажающаяся в виде многочисленных разобщенных массивов, повидимому, соединяющихся на глубине в один крупный интрузив.

Подводящими каналами для циркуляции гидротермальных растворов послужила целая серия разломов, связанных как с внедрением интрузии, так и с процессами ее консолидации. К числу их относятся два параллельных друг другу разлома северо-восточного простирания вдоль ручьев Ксюшин Лог и Ниуимфдзор. Рудные тела приурочены, главным образом к лежащему боку ксюшинлогского разлома, полоса же между указанными разломами представляет зону трещиноватых пород (трещины 9, 11 и 13 горизонтов «Нового» штока). Здесь на отдельных участках, где рудообразующие флюиды неполностью заместили вмещающие кварцевые плагиопорфиры, можно видеть густую сеть трещин, выполненных пиритом, кварцем, каолином. Кроме того, в процессе циркуляции гидротермальных растворов могли использовать пористость и кавернозность вмещающих пород, обусловленные изменением их объема в процессе метасоматоза. Вмещающими породами Чирагидзорского месторождения являются кварцевые плагиопорфиры. Причиной того, что они наиболее интенсивно подверглись процессу рудного метасоматоза, является их сильная раздробленность и большая кислотность [24].

Образование вторичных кварцитов свидетельствует о том, что в начальные стадии метасоматического процесса гидротермальные растворы были насыщены кремнекислотой. Отлагавшиеся в это время сульфиды давали раннюю генерацию пирита в виде редко рассеянных вкрапленников (акцессорная примесь) во вмещающих породах. Кварцитизация продолжалась и в последующую стадию гидротермального процесса, но интенсивность ее была очень небольшая. Доказательством может служить наличие в контакте с рудными телами слабо окварцованных кварцевых плагиопорфилов, а также реликтовых участков последних в теле серного колчедана. В эту стадию растворы были насыщены сульфидами и приводили к образованию рудных штоков. При этом первым выделялся пирит, образование которого происходило в три последующие генерации.

Пирит первой генерации отлагался вслед за окварцеванием вмещающих пород, выполняя промежутки между зернами кварца или пустоты в породах, давая радиально-лучистые образования. Рудные растворы, циркулирующие в тектонических зонах, заполняли последние пиритом. Метасоматически вытеснив кварц, пирит впоследствии корродировался кремнеземом, генетически связанным с сульфидными рудоотлагающими растворами. Последние, откладывая кварц по трещинам, расширяли их, образуя петельчатые и псевдобрекчиевидные руды.

Пириту этой генерации в структурном отношении подчинены: сфалерит, халькопирит, тетраэдрит и борнит, о чем свидетельствует замещение

пирита этими минералами или приуроченность их к колломорфной (нередко зональной) структуре пирита. Эта генерация пирита давала промышленные скопления серного колчедана.

Пирит второй генерации цементирует пирит первой генерации. Это явление ясно наблюдается в рудах 9 слоя нулевой штольни «Нового» штока.

Пирит третьей генерации выделялся позже всех гипогенных минералов, за исключением барита, и образовал тонкие жилки или располагался в массе кварца (орт № 12 9 слоя «Нового» штока).

Как указывает К. Н. Паффенгольц [26], серный колчедан Чирагидзорского месторождения имеет большую аналогию с пиритом месторождения Рио-Тинто (Испания), местами проявляя полную тождественность. За пиритом происходило выделение сфалерита, тетраэдрита, халькопирита и борнита. Присутствие этих минералов свидетельствует о появлении в растворах меди, цинка и сурьмы. Преобладает первый элемент, о чем свидетельствует нахождение в отдельных штоках («Старый» шток) медистой руды.

В последующую стадию из раствора выпадал свинец, давший галенит. Выделялся он за халькопиритом и борнитом, предшествуя халькопириту второй генерации и позднему пириту.

Указанные минералы (сфалерит, тетраэдрит, борнит и галенит) имеют наибольшее распространение в полиметаллической жиле.

Тесная парагенетическая связь борнита с другими сульфидами и ангедральность их по отношению к пириту, пересеченность пирита жилками борнита свидетельствуют об образовании его после пирита. Включения и жилки халькопирита в сфалерите и тетраэдрите и прожилки галенита в указанных минералах дают возможность наметить следующий порядок выделения минералов (рис. 59).

Кварц, как было сказано выше, сопутствовал всем генерациям пирита. Исключение составлял лишь кварц первой генерации, который предшествовал выделению пирита. Он образовал мощную зону вторичных кварцитов и представлен как сливной, так и зернистой разностями.

Пути для проникновения кремнистых растворов служили те же нарушения, по которым впоследствии циркулировали сульфидные флюиды. Они также продолжали кварцитизацию вмещающих пород, но в небольшой степени, о чем свидетельствуют рудные скопления в мало окварцованных плагипорфирах, являющихся реликтовыми участками среди вторичных кварцитов.

Кварц второй генерации связан с рудоотложением и выделялся после пирита первой генерации. Он проникал по тонким трещинам последнего, цементировал и разъедал этот пирит, образуя брекчиевидные петельчатые текстуры руд.

Кварц третьей генерации встречается в виде друз, выполняющих пустоты как в рудном теле, так и в боковых породах. Форма этого кварца призматическая. К последней стадии гидротермального процесса, с которой связана поздняя генерация кварца, относится образование жилок барита. Об этом свидетельствует взаимоотношение последнего с пиритом и другими сульфидами. Что касается галенита, то барит с ним почти одновременно. К этой же стадии гидротермального процесса относится кальцит. Серицит и хлорит образовались в процессе рудоотложения.

Благородные металлы (золото и серебро) образовались в позднюю стадию гидротермального процесса, о чем свидетельствует приуроченность их к минералам полиметаллической жилы (тетраэдрит и, может быть, сфалерит), образованной в более позднюю фазу, чем промышленные скопления пирита.

В серноколчеданной руде золото и серебро находятся в ничтожном количестве.

В локализации оруденения немаловажную роль играли покровные породы (нижний покров диоритовых порфиров верхнего байос—бата), которые, будучи или малопроницаемыми или совершенно непроницаемыми

МИНЕРАЛЫ \ Ф А З Ы	ГИПО- ТЕРМАЛЬНАЯ	МЕЗО- ТЕРМАЛЬНАЯ	ЭПИТЕРМАЛЬ- НАЯ	СУПЕРГЕН- НАЯ
КВАРЦ	1	1	1	
ПИРИТ	1	1	1	
ХАЛЬКОПИРИТ		1	1	
ПИРРОТИН		1		
СФАЛЕРИТ		1		
ТЕТРАЗДРИТ		1		
ТЕННАНТИТ		1		
БОРНИТ		1		
ГАЛЕНИТ		1		
ФЛЮОРИТ			1	
БАРИТ				1
АЛУНИТ				1
КАЛЬЦИТ				1
КОВЕЛЛИН			1	1
ХАЛЬКОЗИН			1	1
МЕЛАНТЕРИТ				1
ФИБРОФЕРРИТ				1
ХАЛЬКАНТИТ				1
ХЛОРИТ				---
СЕРИЦИТ				---
КАОЛИН	1			1
ГИПС				1
МАЛАХИТ				1
АЗУРИТ				1
ЛИМОНИТ				1

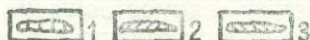


Рис. 59. Схема парагенезиса минералообразования Чирагидзорского серноколчеданного месторождения.

1—главные минералы; 2—второстепенные минералы; 3—редкие минералы

для рудоносных растворов, задерживали их дальнейшее распространение и распыление, т. е. благоприятствовали концентрации рудообразующих флюидов под экранирующими породами с последующим образованием серноколчеданных штоков.

Сравнительные данные	А з е р б а й д ж а н		А р м е н и я	У р а л
	Чирагидзор	Кедабек	Чибухлинское, Танаужское, Симмаданское и др.	Сибайское, Карпушихское и др.
Вмещающие породы	Кварц-плагнопорфировая толща		Туфогенно-порфировая толща (туфы, диабазовые порфириты и кератофиры)	Зеленокаменная свита (кварцево-серицитовые сланцы, порфириты и их туфы)
Возраст вмещающих пород	Аален-нижнебайосский		Досреднеюрский	Доэйфельский
Возраст оруденения	Верхнемеловой		Верхнеэоценовый (?)	Нижний или начало среднего девона
Источник оруденения	Кварц-диоритовая интрузия		Гранодиоритовая интрузия	Кислые интрузии или гелевый метасоматоз вулканического цикла
Морфология рудных тел	Штоки	Линзы	Линзы, штокверковое и вкрапленное оруденение	Линзы, реже штоки
Типы руд	Серноколчеданные		Медно-серноколчеданные	
Дорудные зоны разломов	Северо-восточного простирания 10—30°	Северо-восточного (10—50°) и северо-западного (310—340°) простирания	Меридионального, реже широтного простирания	Меридионального простирания
Экранирующие породы	Диоритовые порфириты, верхний байос—бат	Порфириты, туфы и туфегенные породы верхнебайос-батского возраста	Песчаники, туфопесчаники, жилы альбитофиров	Альбитофиры и порфириты
Рудный метаморфизм	Окварцевание, образование каолиновых оторочек, дробление и перекристаллизация рудных масс			Образование линзовидной формы, сланцеватость и полосчатость, зональность руд, катаклаз и перекристаллизация последних
Минеральный состав:				
Галенит	○	○	○	○
Халькозин	○	○	○	○
Сфалерит	○	○	○	●
Вуртцит				○
Гримоцит				○
Пирротин	○		○	●
Ковеллин	○	○	○	●
Борнит	○		○	●
Оранже-борнит				○
Халькопирит	●	●	●	●
Пирит	○	●	●	●
Марказит				○
Мельниковит				●
Арсенопирит		○		○
Тетраэдрит	○	○		○
Теннантит	○	○	○	○
Энаргит		○		○
Флюорит	○			
Кварц	●	●	●	●
Куприт				
Мелаконит		○		
Гематит		○	○	○
Магнетит		○		○
Карбонаты (кальцит, арагонит)		○	○	○
Лимонит	○	○		●
Сидерит		○		○
Смитсонит		○	○	○
Малахит		○	○	○
Азурит	○	○		○
Мелонит		○		○
Серицит	○	○		○
Хлорит	○	○	○	○
Каолин	○	○		○
Барит	○	○	○	
Гипс	○	○	○	
Мелантерит	○	○		
Пизанит		○		
Халькантит	○	○		
Фиброферрит	○	○		
Алунит	○	○		
Золото	○	○		
Серебро	○	○		
Медь	○	○		
Генезис месторождений	Мезо-эпитептермальный			Мезотермальный с последующей метаморфизацией

● 1 ○ 2 ○ 3

Рис. 60. Сравнительная характеристика серноколчеданных месторождений Азербайджана, Армении и Урала.

1—главные; 2—второстепенные; 3—редко встречающиеся

Штоковую форму этих руд надо объяснить тем, что рудные растворы, поступающие по зонам разломов, достигали экранирующих порфиритов, растекались вдоль их контура и устремлялись вниз по густой сети неправильных трещин, давая рудные скопления в виде штоков с неправильными очертаниями.

О температурном режиме и давлении, при которых происходило рудоотложение, можно судить по текстурным и структурным признакам серного колчедана. Вкрапленный тип оруденения, встречающийся в рассматриваемом месторождении, с мелкими зернами пирита кубической формы свидетельствует о большой его способности к кристаллизации и о сильном переохлаждении рудоносного раствора к моменту выпадения пирита. Зональное строение последнего также свидетельствует о большой скорости кристаллизации в обстановке сравнительно низких температур и малых глубин. В этих условиях и возникают крустификационные образования в виде выполнения пустот и каверн (губчатая руда), которые обычно характерны для эпикрустальных месторождений, т. е. месторождений небольших глубин. Колломорфный и метаколлоидный облик отдельных типов руд обусловлен гелевой природой рудного раствора, пересыщенного в результате испарения в среде с сильно пониженным давлением (трещиноватые вмещающие породы). После своего образования рудные тела вместе с вмещающими их породами подверглись действию тектонических пострудных деформаций, выразившихся в образовании сбросов и сдвигов с плоскостями скольжения, а также мелких разломов (8, 9, 11, 12 и 13 слои «Нового» штока), выполненных каолином, пиритом, кварцем, гипсом, изредка кальцитом и баритом. Иногда в каолиновой массе наблюдаются обломки слабо пиритизированных кварцевых плагиопорфиров (1 и 2 слои «Четвертого» штока и 2 слой «Нового» штока).

Наличие в теле «Нового» (4, 5, 7 слои) и «Старого» (2 слой) штоков даек плагиоклазовых и диабазовых порфиритов также обусловлено элементами тектоники, проявившейся после рудоотложения.

В местах пострудных нарушений руда раздроблена и превращена в «сыпучку» (8 и 13 слои «Нового» штока) или содержит глыбы вмещающих пород и вторичных кварцитов (северный штрек 8 слоя и 13 слой «Нового» штока).

В случае постепенного перехода рудного тела к вмещающим породам наблюдаются явные следы метасоматического замещения кварцевых плагиопорфиром тонкозернистым пиритом и вторичным кварцем.

Последним этапом истории месторождения является выход отдельных его тел («Четвертый» шток) на дневную поверхность с образованием железной шляпы. Обнажение штока на дневной поверхности обязано как эрозионной деятельности, так и сбросовой пострудной тектонике.

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕРНОКОЛЧЕДАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЗЕРБАЙДЖАНА, АРМЕНИИ И УРАЛА**

При сравнении серноколчеданных месторождений Азербайджана (Чирагидзор и Кедабек), Армении и Урала с точки зрения их морфологии, минерального состава, характера вмещающих пород и условий образования выясняется ряд аналогий, иногда полных, иногда несколько отдаленных.

Между комплексами пород, слагающих районы месторождений Чирагидзор и Кедабек, существует большое сходство.

Как видно из сравнительной таблицы (рис. 60), вмещающими породами для колчеданных тел указанных месторождений являются кварцевые плагиопорфиры аален-нижнебайосского возраста.

Месторождения Армении несколько отличаются от Кедабекского и Чирагидзорского, так как рудные тела здесь концентрируются в перемятой туфогенно-порфириновой толще, представленной туфами, диабазами, порфиритами и кератофирами. На Урале большинство месторождений локализуется в зеленокаменной свите, представленной кварцево-серицитовыми сланцами, порфиритами и их туфами.

Характерной для пород, вмещающих оруденение, во всех месторождениях является их окварцованность до вторичных кварцитов, а также превращение в кварцево-серицитовые и кварцево-серицито-хлоритовые породы.

Возраст вмещающих пород сравниваемых месторождений различный. В Чирагидзоре и Кедабеке кварцевые плагиопорфиры относятся к аалену—нижнему байосу [2], туфогенно-кварцитовая толща Армении — к нижней юре [30], а зеленокаменные породы Урала охватывают верхний силур и нижний девон [15, 16].

Источником оруденения для Чирагидзорского и Кедабекского месторождений являются кварцевые диоритовые интрузии послесреднеюрского — досенонского возраста.

В северной Армении источником оруденения считают средне- или верхнеэоценовые интрузии, дающие переходы от гранитов до кварцевых диоритов, а в краевых фациях—иногда и до габбро [30]. Причем в металлогении наибольшее значение имеют интрузии гранодиоритового состава.

На Урале источником рудоотлагающих растворов серноколчеданных месторождений в последнее время А. Н. Заварицкий [15] считает гидротермальные источники, сопутствующие вулканическим излияниям, давшим огромные массы эффузивных и туфовых пород, вмещающих месторождение. С. Н. Иванов [20], поддерживая точку зрения А. Н. Заварицкого, пишет: «...Конечно, такая концепция ни в коем случае не предполагает возникновения рудных масс из излившихся потоков лав. Рудные тела и вмещающие их эффузивные горные породы возникли из общего первоисточника, повидимому, из гипабиссального вулканического очага, в один геологический этап». Уральские колчеданы относят к нижнему или началу среднего девона [19, 20].

Переходя к морфологии рудных залежей следует подчеркнуть некоторое различие между формой колчеданных тел сопоставляемых месторождений.

В Чирагидзоре рудные тела представлены штоками, расположенными почти вертикально. В Кедабеке, северной Армении и на Урале они имеют в основном форму линз, залегающих согласно (Урал) с вмещающими породами. Для месторождений северной Армении характерным является штокверковое и вкрапленное оруденение. Последнее наблюдается во всех сопоставляемых месторождениях. В Чирагидзоре, Кедабеке и Шамлуге вкрапленное оруденение приурочивается к вмещающим штоки породам, на Урале это оруденение «рубашкой» обволакивает отдельные линзы.

Месторождения Кедабека, северной Армении и Урала являются медно-серноколчеданными, в отличие от Чирагидзора—серноколчеданными. На Урале к чисто серноколчеданным месторождениям относятся Серный рудник, Левих X и др. В северной Армении такими месторождениями являются Чибухлинское, Танаужское, Симмаданское [30].

В распределении руд медно-серноколчеданных месторождений наблюдается некоторая зональность. В Кедабеке серный колчедан нижних

горизонтов «по мере движения вверх становится медистым, а затем переходит в медный колчедан. Цинковая обманка занимает промежуточное положение между серным и медным колчеданом. Периферическая часть штоков имеет ковеллиновую «рубашку».

На Урале, в Карпушихинском месторождении с глубиной увеличивается концентрация свинцово-цинковых минералов, пирит также тяготеет к лежащему боку. На месторождении им. III Интернационала [6, 18] в рудных телах, имеющих линзовидную форму и залегающих в сланцах, наблюдается обогащение цинком периферической части и обеднение им центральной части. В рудных телах, залегающих на контакте порфиритов и альбитофиров, прослеживается некоторое обогащение цинком всякого бока и медью—центральной части.

Для всех месторождений характерна приуроченность рудных тел к дизъюнктивным нарушениям и достаточно сильная нарушенность пород, вмещающих оруденение. Уральские месторождения располагаются вдоль тектонических разломов меридионального или северо-северо-западного направления. В Кедабеке ясно выраженными являются разломы северо-западные и северо-восточные, ограничивающие рудные тела простиранием СЗ 310—340° и СВ 10—50°. Оруденение в Армении в большинстве приурочено к нарушениям меридионального, реже—широтного простирания.

Экранирующими породами Чирагидзора и Кедабека являются покровные порфириты (диоритовые порфириты в Чирагидзоре) верхнего байоса—бата, залегающие трансгрессивно с незначительным угловым несогласием на кварцевых плагиопорфирах аален-нижнебайосского возраста. В северной Армении экранирующими породами являются: в Алавердах—песчаники и туфопесчаники, в Шамлуге—песчаники и альбитофиры, в Ахтале—туфопесчаники. На Урале экранирующими породами чаще всего являются альбитофиры и порфириты, обуславливающие неправильные штокообразные формы рудных тел. Во всех случаях, когда руда концентрируется в сланцах, тела имеют линзовидную форму.

Большое значение в образовании колчеданных месторождений, в морфологии рудных тел, текстурных и структурных особенностей А. Н. Заварицкий [16] придает метаморфизму рудных месторождений и переотложению рудного вещества. Именно этими процессами он объясняет развитие на Уральских месторождениях, приуроченных к сланцам, рудных тел линзовидной формы, образование сланцеватости и полосчатости, катаклаза и перикристаллизации, а также зональности. В месторождениях, находящихся среди мало метаморфизованных пород, лишенных сланцеватости, распространены колломорфные структуры, в месторождениях, находящихся в зеленых сланцах—кристаллически зернистые структуры, обычно со следами катаклаза пирита и с рядом признаков перикристаллизации.

В других сравниваемых месторождениях явления рудного метаморфизма выражены значительно слабее. Во вмещающих породах они проявились в изменении приконтактной зоны и в дроблении и перикристаллизации рудных масс.

Переходя к минералогическому составу колчеданных руд следует отметить, что главным минералом для Чирагидзорского месторождения является пирит, в то время как в Кедабеке и Армении меньшую роль играет и халькопирит. На Урале, кроме пирита и халькопирита, главными минералами являются сфалерит, дигенит, мельниковит, ковеллин, пирротин, сидерит. Из нерудных минералов для всех рассматриваемых месторождений преобладающим является кварц, а для Чй-

рагидзора—также серицит, каолинит и хлорит. Из второстепенных компонентов общими для всех месторождений являются галенит, борнит, халькопирит, теннантит, гематит, гётит, лимонит, малахит и др.

Из минералов, отсутствующих в Чирагидзоре, но отмеченных в других месторождениях, встречаются: на Урале—магнетит, оранжево-борнит, арсенопирит, гринокит; в Кедабеке—марказит, энаргит, пизонит, куприт, мелаконит, смитсонит. Шамлугское и другие месторождения в Армении имеют большое сходство с минеральной ассоциацией Чирагидзорского месторождения.

С генетической точки зрения все сравниваемые месторождения являются продуктами метасоматического замещения вмещающих пород рудоносными гидротермами. Месторождения Урала относятся к большому типу к жильному мезотермальному типу с последующей метаморфизацией и метаморфической дифференциацией, выразившейся в перикристаллизации и переотложении минеральных масс (согласное залегание линз, сланцеватость и полосчатость руд и т. д.). В. Г. Грушевой [13] относит месторождения северной Армении к переходному типу между мезо- и эпитермальными фазами рудоотложения.

О. Степанян [30] указывает, что наиболее интенсивное рудоотложение в северной Армении проходило в интервале между 400 и 100—150°.

Кедабекское месторождение относится к эпигенетическому гидротермальному типу [28, 31]. К этому же типу относится и рассматриваемое нами Чирагидзорское месторождение. Связь последнего с интрузией, минеральная ассоциация рудного поля, порядок выделения минералов, а также структурные и текстурные особенности серного колчедана дают основание относить это месторождение к мезо-эпитермальному типу.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Геологические исследования 1948—1949 гг. в пределах района Чирагидзорского серноколчеданного месторождения выявили стратиграфию, тектонику и петрографию рассматриваемого рудного поля, а также морфологию серноколчеданных тел, структурные и текстурные особенности руд, их химический состав.

В стратиграфии исследованного района принимают участие породы аалена—нижнего байоса, верхнего байоса—бата и сеномана.

Аален—нижний байос представлен кварц-плагиопорфировой толщей мощностью около 350 м, внутри которой отмечаются отдельные прослои пепловых туфов и туфоконгломератов.

На размытой поверхности кварцевых плагиопорфиров залегает эффузивная толща верхнего байоса—бата, представленная (снизу вверх) следующими горизонтами:

Базальные конгломераты с гальками кварцевых плагиопорфиров и их туфов . . . . .	10— 50 м
Агломератные лавы . . . . .	200 »
Нижний покров диоритовых порфиров . . . . .	150—200 »
Нижний покров пироксеновых порфиров . . . . .	80— 90 »
Верхний покров диоритовых порфиров . . . . .	50—100 »
Верхний покров пироксеновых порфиров . . . . .	15— 50 »
Гематитизированные порфиритовые туфы . . . . .	70— 90 »
Хлоритизированные порфиритовые туфы . . . . .	10 »
Афанитовые порфириты . . . . .	10 »
Хлоритизированные плагиоклазовые порфириты, венчающие верхнебайос-батскую толщу на вершинах гг. Пант и Сарычурбаши . . . . .	160 »

На верхнебайос-батской эффузивной толще трансгрессивно залегает вулканогенно-осадочная толща сеномана, среди которой выделены

4 свиты (снизу вверх): глинисто-песчаная, песчано-конгломератовая, вулканогенная и песчано-известковая. Мощность всей толщи составляет 94 м.

Тектоника Чирагидзорского рудного поля характеризуется как пликативной складчатостью общекавказского направления, так и дизъюнктивными нарушениями (сбросы, взбросы и сбросо-сдвиги) главным образом северо-восточного простирания.

Пликативная дислокация представлена кяпаз-далидагской синклиналию, к северу от нее располагается гекгельская антиклиналь широтного простирания, ось которой проходит несколько южнее Тоганалы и севернее сел. Туляляр. От Чирагидзорского рудника до г. Пант пласты полого падают на север, очерчивая мульдугу аджиакперли-гейдаринской синклинали. Севернее г. Пант располагается следующая антиклинальная складка, протягивающаяся с юго-востока от сел. Чайкенд на северо-запад вдоль ручья Медукджур к сел. Зурнабад. На фоне этих складок вырисовывается поперечный перегиб антикавказского простирания, в виде поднятия, ограниченного сбросами. Ось поднятия совпадает в основном с хребтом Пантдаг.

Разрывные нарушения на территории Чирагидзорского рудного поля можно по их направлению, возрасту и связи с интрузией сгруппировать в три следующие системы:

а) Доинтрузивные сбросы северо-западного простирания ( $325-350^\circ$ ). Они являются наиболее ранними, мелкими (амплитуда смещения не более 30 м) и нерудоносными.

б) Сбросы и взбросы северо-северо-восточного, почти меридионального простирания ( $3-30^\circ$ ) являются более молодыми—постинтрузивными, но дорудными. Связь их с интрузией, горстовая морфология разломов и дифференциальные подвижки по ним создавали благоприятные условия для циркуляции гидротермальных растворов. Наиболее крупные разломы этого типа прослеживаются на расстоянии свыше 4 км при амплитуде смещения до 100 м. Вдоль этих разломов наблюдается сильная пиритизация, окварцевание и каолинизация.

в) Сбросы и взбросы северо-восточного и почти широтного простирания ( $35-80^\circ$ ) являются самыми поздними, т. е. пострудными. Эти сбросы ступенчатые, и суммарная амплитуда смещения колеблется до 100—400 м. Гидротермальные изменения вдоль этих разломов ограничиваются одной каолинизацией. Пиритизация и тектонические брекчии по ним не отмечаются. Пострудные разломы зафиксированы в пределах самих рудных штоков в виде многочисленных сбросов, перемятых зон, даек и трещин, выполненных кальцитом, баритом, каолином и кварцем.

Рудовмещающими породами Чирагидзорского серноколчеданного месторождения, как и в других частях рудной зоны Малого Кавказа (Тоганалы, Кедабек, Човдар и др.), являются кварцевые плагиопорфиры аален-нижнебайосского возраста. Они представлены роговообманковыми и авгито-роговообманковыми разностями. В тектонических зонах и в контактах с интрузией среди отмеченных типов выделены каолинсерицитовые, серицито-кальцитовые, пропицитизированные, лимонитизированные, гематитизированные и катаклазированные кварцевые плагиопорфиры.

Туфы кварцевых плагиопорфиров фиксируются (Чирагидзор и Арвадзор) в виде быстро выклинивающихся линз, располагающихся в 60—100 м от кровли покрова этой толщи. По структурным признакам среди них выделены фельзитовые и сферолитовые разности.

Экранирующими породами являются диоритовые порфириты, залегающие на аггломератных лавах верхнего байоса—бата.

Агломератные лавы характеризуются наличием неравномерно распределенных обломков и глыб диоритовых порфиритов, сцементированных породами того же состава.

Диоритовые порфириты представлены двумя покровами, разделенными нижним покровом пироксеновых порфиритов. По составу нижний и верхний покровы диоритовых порфиритов представлены роговообманково-пироксеновыми, пироксеновыми и кварцевыми разностями. В большинстве случаев они хлоритизированы, кальцитизированы и гематитизированы. В нижнем покрове отмечается некоторая дифференцированность выделенных типов диоритовых порфиритов: роговообманково-пироксеновые разности приурочиваются к нижней части покрова, тогда как пироксеновые сосредоточены главным образом в верхней части его.

Пироксеновые порфириты (базальтового типа) представлены также двумя покровами, между которыми залегает верхний покров диоритовых порфиритов. По составу нижний покров пироксеновых порфиритов отличается от верхнего развитием примерно в равном количестве авгита, гиперстена и энстатита. В верхнем же покрове присутствует главным образом энстатит, появляется диопсид и значительно уменьшается авгит.

Выше залегают гематитизированные и хлоритизированные туфы, афанитовые порфириты, а в самой верхней части рассматриваемого эффузивного комплекса верхнего байоса—бата располагаются хлоритизированные плагиоклазовые порфириты.

Бахшидзорская интрузия представлена разобщенными мелкими массивами, форма которых чаще неправильная, с резко извилистыми контурами. Все они, повидимому, соединяются на глубине, образуя одну мощную интрузию, прорывающую как аален-нижнебайосские кварцевые плагиопорфиры, так и низы верхнебайос-батских эффузивов.

Верхняя граница этой интрузии не установлена. Фаунистически же охарактеризованная толща сеномана, не подвергшаяся какой-либо метаморфизации от этой интрузии, находится с ней в тектоническом контакте.

Среди пород этой интрузии выделены кварцевые авгито-роговообманковые диориты, диоритовые порфириты и кварцевые сиенит-диориты. В эндоконтактных зонах отмечаются пегматоидные кварцевые диориты. Жильные дериваты этой интрузии представлены диабазовыми и плагиоклазовыми порфиритами, порфирированными кварцевыми диоритами и лейкодiorитами.

Вторичные кварциты образовались за счет кварцевых плагиопорфиров и диоритовых порфиритов, приуроченных к зонам разломов северо-восточного простирания. Наибольшим развитием они пользуются в пределах месторождения, где наблюдается постепенный переход от кварцевых плагиопорфиров к вторичным кварцитам и этих последних — к рудным штокам. По составу среди них выделены слюдястые, каолинизированные и пиритизированные разности.

Морфология рудных тел находится в явной зависимости от степени метаморфизма вмещающих пород, характера их тектоники и наличия экранлирующих контактов с рудовмещающими породами. В вертикальном разрезе все они представляют собой сложные штокообразные тела, большинство из которых осложнено раздувами и пережимами, а также присутствием участков безрудных или слабо оруденелых пород. Глубина рудных тел достигает 120 м, а поперечные размеры варьируют от 100 м в раздувах и до 30 м в пережимах.

Контакты с вмещающими породами в большинстве случаев постепенные, а в зоне пострудных деформаций — тектонические, с ясно выра-

женными зеркалами скольжения. Постепенный переход от рудных тел к кварцевым плагиопорфирам, а также реликтовые участки последних в рудных телах говорят о метасоматическом замещении боковых пород сульфидными растворами. Все рудные тела несут следы пострудных тектонических деформаций в виде многочисленных сбросов и разломов широтного и северо-восточного простираний.

Всего на месторождении имеется пять штоков — «Старый», «Малый», «Новый», «Четвертый» и «Пятый», причем два последних имеют выход на поверхность, а другие представляют слепые залежи.

«Старый» шток располагается в южной части месторождения и в настоящее время почти весь выработан. Нижние горизонты его недоразведаны.

«Малый» шток расположен в 40 м северо-восточнее «Старого» штока. В настоящее время весь выработан.

«Четвертый» шток расположен в 40—50 м западнее и северо-западнее «Старого» штока. Он сечется сбросом широтного направления, по которому одна часть рудного тела смещена относительно другой. Руда этого штока почти выработана. Нижние горизонты его недоразведаны.

«Пятый» шток располагается на северо-запад от описанных выше, в верховьях ущелья Ниуимфдор. По данным буровых работ 1951—1952 гг., шток с глубиной несколько расширяется.

«Новый» шток представляет собой сложное штокообразное тело, максимальная глубина которого—120 м, а поперечные размеры варьируют от 3 до 100 м. Оно разрабатывалось 13 горизонтами — слоями, 8 из которых в настоящее время совершенно отработаны и обрушены.

Серноколчеданные руды Чирагидзорского месторождения характеризуются многообразием текстурных и структурных особенностей, что объясняется коллоидной природой рудных растворов, составом рудомещающих пород, метасоматическим способом замещения и элементами дорудной и пострудной тектоники. Общими чертами почти для всех установленных структурных и текстурных типов серного колчедана является неравномернозернистость минеральных компонентов, наличие кавернозности и пористости, а также нередко брекчиевидность руд.

В зависимости от структурных и текстурных особенностей выделено три типа руд:

1) Мономинеральная — содержание серы колеблется от 48 до 53%. В этой руде выделены следующие разновидности: массивная, губчатая руда и мономинеральная «сыпучка».

2) Окварцованная руда — содержание серы 30—45%. Она тесно связана с мономинеральной разновидью и имеет незначительное распространение. Является результатом замещения пирита кварцем под действием более поздних гидротермальных растворов. Эта руда делится на петельчатую, брекчиевидную и серицит-пиритовую «сыпучку» (руда с рыхлозернистой текстурой).

3) Оруденелый кварцит — содержание серы колеблется от 10—15 до 48%. Представляет собой породу, пронизанную жилками пирита. Здесь выделены вкрапленная, петельчатая и брекчиевидная руды.

Главная масса Чирагидзорских руд характеризуется массивной, губчатой, вкрапленной и рыхлозернистой текстурой.

В штоках наблюдается некоторая зональность в распределении структурных особенностей серного колчедана. Центральная часть штоков чаще сложена мономинеральной рудой с массивной и губчатой текстурой. К периферии наблюдается переход в рыхлозернистую массу. В контакте с

вмещающими породами руда, разубоживаясь, переходит во вмещающий оруденелый кварцит, где пирит образует вкрапленные и петельчатые структуры. По мере удаления от штоков оруденелый кварцит переходит в каолинизированные и хлоритизированные кварцевые плагиопорфиры с акцессорной примесью пирита.

В настоящее время в Чирагидзорском серноколчеданном месторождении установлены следующие минералы: рудные (сульфиды) — пирит, халькопирит, борнит, сфалерит, галенит, тетраэдрит, теннантит, пирротин; нерудные — кварц, барит, алуниит, флюорит, каолин, серицит, хлорит; сульфаты и карбонаты двухвалентных оснований: гипс, халькантит, мелантерит, фиброферрит, кальцит, малахит, азурит; сульфиды одно- и двухвалентных и гидроокислы трехвалентных оснований: халькозин, ковеллин, лимонит; элементы: медь, золото, серебро.

Исследование руды с точки зрения присутствия в ней серы показало характер изменения процентного содержания последней не только по отдельным штокам, но и по отдельным горизонтам (слоям) каждого из них. Все руды по содержанию серы разделены на следующие типы: 1) более 45%, 2) 45—35%, 3) 35—25%, 4) 25—15% и 5) меньше 15%.

Изменение содержания серы в каждом из штоков в отдельности характеризуется следующим образом:

«Четвертый» шток. Руда с содержанием серы от 35 до 45% концентрируется на участке квершлага нулевой штольни. Руда с содержанием серы от 35 до 25% присутствует отдельными гнездами и чаще встречается по северной рассечке штольни № 05-бис. Руда с содержанием серы от 25 до 15% и ниже локализуется по штольне № 05-бис и в ее южной рассечке.

«Пятый» шток. По анализу проб, взятых из штолен № 6 и 7, видно, что руда с содержанием серы более 45% встречается разобщенными гнездами, руда с содержанием серы от 35 до 45% анализами проб не зафиксирована. Преобладающей является руда с содержанием серы от 35 до 25% и менее.

По «Новому» штоку анализировались пробы с 5 слоя до 13, исключая 10. Полученные данные свидетельствуют об увеличении содержания серы в руде «Нового» штока с юга на север, а также с запада на восток. Изменение процентного содержания серы в вертикальном разрезе этого штока характеризуется следующими данными. На 5 слое оно равно 48,05%; на 6 увеличивается до 52,55%; на 7 несколько уменьшается — до 45,72%; на 8 равно 41,34%, на 9 — 38,34%, на 11 — 34,37%, на 12 возрастает до 39,26%. По 13 слою среднее значение не выведено вследствие того, что этот слой еще не оконтурен и находится в стадии разведки. Среднее процентное содержание серы по «Новому» штоку — 42,80%.

Из сопоставления среднего процентного содержания серы по «Четвертому», «Пятому», «Старому» и «Новому» штокам следует, что штоки, расположенные вдоль западной линии разлома («Четвертый» и «Пятый») имеют более низкое содержание серы, нежели «Старый» и «Новый». Кроме того, штоки, расположенные севернее, вдоль линии разлома, обладают более высоким содержанием серы (в «Пятом» штоке оно выше, чем в «Четвертом», а в «Новом» выше, чем в «Старом»).

Переходя к генетической характеристике, следует отметить следующие особенности рассматриваемого месторождения.

Форма рудных тел, характер контактов, залегание их с вмещающими породами, а также метасоматическое замещение кварцевых плагиопор-

филов сульфидными флюидами свидетельствуют об эпигенетичности рассматриваемого месторождения.

Источником гидротермальных растворов, несущих сульфидное оруденение, являлась, очевидно, послесреднеюрская — досенонская Бахшидзорская кварц-диоритовая интрузия, обнажающаяся в виде многочисленных разобщенных массивов, соединяющихся на глубине в один крупный интрузив.

Подводящими каналами для циркуляции гидротермальных растворов послужила целая серия разломов, связанных как с внедрением интрузии, так и с процессами ее консолидации. К числу их относятся два параллельных друг другу разлома северо-восточного простирания — вдоль ручьев Ксюшин Лог и Ниуимфдзор. Рудные тела приурочиваются к лежащему боку первого разлома.

Гидротермальные растворы до рудоотложения были насыщены  $\text{SiO}_2$ , о чем свидетельствует преобразование кварцевых плагиопорфинов во вторичные кварциты. В последующую стадию гидротермального процесса растворы были насыщены сульфидами и приводили к образованию рудных штоков. Первым выделялся пирит в трех генерациях. Пирит первой генерации отлагается вслед за окварцеванием вмещающих пород. Ему в структурном отношении подчинены сфалерит, халькопирит, тетраэдрит и борнит, о чем свидетельствует замещение пирита этими минералами или приуроченность их к колломорфной (нередко зональной) структуре этого минерала. Пирит второй генерации без других сульфидов цементирует пирит первой генерации. Пирит третьей генерации выделялся позже всех гипогенных минералов, за исключением барита, и образовал тонкие жилки или располагался в массе кварца.

Позже выделялся халькопирит, сфалерит, тетраэдрит, борнит, галенит. Последний минерал предшествовал халькопириту второй генерации и позднему пириту.

Кварц первой генерации предшествовал выделению пирита и образовал мощную зону вторичных кварцитов. Кварц второй генерации связан с рудоотложением и выделялся после пирита первой генерации, образуя брекчиевидные и петельчатые текстуры. Кварц третьей генерации встречается в виде друз, выполняющих пустоты в рудном теле и в боковых породах. С этим кварцем связан и барит. К этой же стадии гидротермального процесса относится жильный кальцит. Золотоносителями являются медно-свинцово-цинковые минералы, преимущественно тетраэдрит и, может быть, сфалерит.

В локализации оруденения немаловажную роль играли покровные породы (нижний покров диоритовых порфиритов верхнего байоса—бата), которые благоприятствовали концентрации рудообразующих флюидов под экранирующими породами.

Зональное строение пирита, крустификационные образования в виде выполнения пустот и каверн (губчатая руда), колломорфный и метаколлоидный облик отдельных руд свидетельствуют о сравнительно низких температурах, при которых происходило рудоотложение.

После своего образования рудные тела вместе с вмещающими породами подверглись действию тектонических пострудных деформаций, выразившихся в образовании сбросов и сдвигов с плоскостями скольжения, а также даек и мелких трещин, выполненных каолином, пиритом, кварцем, гипсом, изредка кальцитом и баритом.

В случае постепенного перехода рудного тела к вмещающим породам наблюдаются следы метасоматического замещения кварцевых плагиопорфинов тонкозернистым пиритом и вторичным кварцем.

Выход отдельных штоков («Четвертый» шток) на дневную поверхность с образованием железной шляпы связан с эрозивной деятельностью и сбросовой пострудной тектоникой.

При сравнении серноколчеданных месторождений Азербайджана (Чирагидзор и Кедабек), Армении и Урала с точки зрения их морфологии, минерального состава, характера вмещающих пород и условий образования наибольшая аналогия отмечается между Чирагидзорским и Кедабекским месторождениями.

Все приведенные геологические данные позволяют наметить направление дальнейших разведочных работ.

### 1. Разведка «Пятого» штока

Здесь следует продолжить прямой забой штольни № 3, заданной на 45 м ниже штольни № 7. Основанием для этого являются полученные в 1950—1952 гг. данные по скважинам № 26—30, которые вскрыли промышленное серноколчеданное оруденение на 50—60 м ниже горизонта штольни № 7.

### 2. Доразведка «Старого» и «Нового» штоков

Необходимо доразведать нижние горизонты «Старого» штока, ныне почти выработанного до горизонта штольни № 2 (13 слой «Нового» штока). Для этого потребуется восстановить левый штрек из штольни № 2, из которого пробурить вниз 3—4 подземных скважины.

В случае вскрытия промышленной руды на нижних горизонтах «Старого» штока отработка ее может быть произведена шахтным способом (блоковым обрушением).

Работами 1949—1952 гг. (штольня № 3 и буровая скважина № 1) вскрыта новая рудная залежь, расположенная на расстоянии 100 м на северо-восток от «Нового» штока вдоль ксюшинлогского разлома.

Для полного оконтуривания этой залежи необходимо:

а) продолжить прямой забой штольни № 2 и задать западные орты из этой штольни глубиной по 50 м;

б) пройти восстающий из штольни № 2 (горизонт + 1405 м) на горизонт штольни № 3 (горизонт + 1495 м) для изучения рудного тела в вертикальном направлении. Ввиду большой протяженности восстающего (около 90 м), проходку его следует осуществить коленами с проходкой промежуточных штреков. Этот восстающий послужит в дальнейшем для спуска руды из горизонта штольни № 3 на горизонт главной сткаточной штольни № 2.

### 3. Разведка «Четвертого» штока

Для расширения контура рудного тела как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении требуется:

а) пробурить 5—6 скважин вокруг «Четвертого» штока, располагая их в зоне «ниуимфдзорского» разлома;

б) доразведать нижние горизонты этого штока путем восстановления старого (бекзадовского) восстающего и проходки из него ряда подъэтажей и прямого забоя нулевой штольни (9 слой).

### 4. Разведка района между Чирагидзором и Тоганалами

Этот район также заслуживает серьезного внимания. Буровыми работами «Азгеолуправления» здесь вскрыто серноколчеданное оруденение. Дальнейшая разведка на этом участке может увеличить запасы руды и связать их в единое Чирагидзор-Тоганалинское рудное поле.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Азизбеков Ш. А. — Геолого-петрографический очерк северо-восточной части Малого Кавказа. Изд-во АН Азерб. ССР, 1947.
2. Азизбеков Ш. А. — О возрасте кварц-порфировой толщи северо-восточной части Малого Кавказа. ДАН Азерб. ССР, т. VII, № 7, 1951.
3. Азизбеков Ш. А. и Пашалы Н. В. — Журнабдская гранодиоритовая интрузия. ДАН Азерб. ССР, т. VII, № 7, 1951.
4. Азизбеков Ш. А. и Пашалы Н. В. — Вторичные кварциты восточного склона Пантдагского хребта. ДАН Азерб. ССР, № 5, 1951.
5. Азизбеков Ш. А. и Пашалы Н. В. — Бахшидзорская кварц-диоритовая интрузия северо-восточного склона Пантдагского хребта. ДАН Азерб. ССР, № 9, 1951.
6. Амирасланов А. А. — Минералогическая характеристика колчеданных месторождений Урала. Тр. ВИМС, в 121, 1937.
7. Амирасланов А. А. — К вопросу о фазах оруденения в уральских колчеданных месторождениях. «Проблемы сов. геол.», т. III, № 7, 1934.
8. Асланян А. Т. — О возрасте кварцевых порфиров Малого Кавказа. Изв. АН СССР, серия геол., № 5, 1949.
9. Багратуни Е. Г. и Русаков М. П. — Серноколчеданное месторождение Чирагидзор, его запасы и перспективы. «Разведка недр», № 10, 1934.
10. Барсанов Г. П. и Боровик О. А. — О редких элементах в рудах Малого Кавказа. Тр. Института геол. наук АН СССР, в. 17, № 4, 1940.
11. Бетехтин А. Г. — О текстурах и структурах руд. «Проблемы сов. геол.», т. IV, № 9, 1934.
12. Бетехтин А. Г. — Классификация структур и текстур руд. Изв. АН СССР, № 1, 1937.
13. Грушевой В. Г. — Краткий очерк металлогении Закавказья. «Проблемы сов. геол.», № 10, 1935.
14. Далакян Г. А. — Отчет о геолого-разведочных работах на Чирагидзорском месторождении серного колчедана за 1947—1948 гг. Фонд рудника, 1949.
15. Заварицкий А. Н. — О генезисе колчеданных месторождений. Изв. АН СССР, серия геол., № 3, 1943.
16. Заварицкий А. Н. — О метаморфизме в колчеданном месторождении III Интернационала (Сан-Донат) на Среднем Урале. Изв. АН СССР, серия геол., № 2, 1947.
17. Заварицкий А. Н. — Введение в петрохимию изверженных горных пород. Изд-во АН СССР, 1950.
18. Заварицкий А. Н., Заварицкий В. А., Шадлун Т. Н., Логинов В. П., Пэк А. В., Иванов С. Н., Кваша Л. Г. — Колчеданные месторождения Урала. Изд-во АН СССР, 1950.
19. Иванов С. Н. — Опыт изучения геологии и минералогии колчеданных месторождений (Дегтарское месторождение). Тр. Горно-геол. инст., т. I, в. VIII, 1945.
20. Иванов С. Н. — Опыт изучения геологии и минералогии колчеданных месторождений (Сибайское месторождение). Тр. Горно-геол. инст., т. II, в. II, 1947.
21. Керимов Г. И. и Шихалибейли Э. Ш. — Отчет по Чирагидзорскому месторождению серного колчедана. Фонд Азгеолуправления, 1945.
22. Леонтьев Л. Н. — К стратиграфии юрских отложений северо-восточной части Малого Кавказа. Изв. АН СССР, серия геол., № 2, 1950.
23. Мерлич Б. В. — Некоторые данные о геологии колчеданных месторождений им. III Интернационала. Изв. АН СССР, серия геол., № 4, 1945.
24. Наковник Н. И. — Вторичные кварциты, их минеральные фации, генезис и практическое значение. Изв. АН СССР, серия геол., № 1, 1947.
25. Обручев В. А. — Рудные месторождения. Изд-во Московской горной Академии, 1928.
26. Паффенгольц К. Н. — Чирагидзорское месторождение серного колчедана в Ганджинском уезде Азерб. ССР. «Мат. по общ. и прикл. геол.», в. 102, 1928.
27. Паффенгольц К. Н. — Основные черты геологического строения тектоники Ганджинского района Азербайджанской ССР. ИГК, т. 43, № 3, 1929.
28. Паффенгольц К. Н. — Кедабек. Геологический очерк района Кедабекского месторождения медных руд в Азербайджанской ССР. Тр. ВГРО, в. 218, 1932.
29. Ракитин А. — Чирагидзорское серноколчеданное месторождение (предварительный отчет). Фонд Чирагидзорского рудника, 1933.
30. Степанян О. — Геология медных месторождений северной Армении (рукопись). Ереван, 1948.

31. Успенский Н. С. — Кедабекский тип медных месторождений на Кавказе. «Изв. общ. горн. инж.», № 10, 1909.
32. Успенский Н. С. — Колчеданные месторождения кедабекского типа и их разведка. «Уральский техник», № 1, 1910.
33. Филиппов К. И., Герасимов В. В., Столяров Е. К. — Отчет по геолого-разведочным работам на Чирагидзорском серноколчеданном месторождении Азерб. ССР. НИУИМФ, 1940.
34. Чеплаков С. Ф. — Новые перспективы Чирагидзорского серноколчеданного месторождения. ДАН Азерб. ССР, т. III, № 6, 1947.
35. Эфендиев Г. Х. — Минералого-геохимический очерк серноколчеданных месторождений Азербайджана. Рукопись. Фонд Инст. геологии АН Азерб. ССР, 1949.

М.-А. КАШКАИ

## ТОГНАЛИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ СЕРНОГО КОЛЧЕДАНА

### ВВЕДЕНИЕ

В верховьях Кюрракчая, где значительное развитие получили кварцевые порфиры, располагаются два месторождения (Тогналинское и Чирагидзорское) и ряд проявлений серноколчеданных оруденений (Гекгельское, Азгиллинское, Карагельское и др.). Кварцевые порфиры здесь вообще характеризуются вкрапленниками пирита, часто как породообразующего минерала.

Тогналинское месторождение характеризуется вкрапленным типом оруденения и по запасам серного колчедана является наиболее крупным на Малом Кавказе. Оно расположено в 2—3 км к северо-западу от сел. Тогналы и в 3 км к югу от Чирагидзорского месторождения.

Тогналинское месторождение еще в дореволюционные годы привлекало к себе внимание. В 1916 г. П. И. Леднов дал краткое описание его, основываясь на выходах оруденелых кварцевых порфиров. Позже были заложены три штольни: одна (ныне штольня № 1) — на правом склоне балки Камышлыдере (высота 1401 м), а две другие — по левому склону ущелья Тогналысу, соответственно в 200 и 300 м от первой. Третья штольня оказалась безрудной.

К. Н. Паффенгольц [23] при исследовании района Чирагидзорского рудника дал краткое описание Тогналинского месторождения.

В связи с последующей более интенсивной разработкой Чирагидзорского месторождения интерес к Тогналам значительно возрос, и с 1937 г., попутно с первым рудником, были начаты электроразведочные и опытные магнитометрические исследования, давшие возможность уточнить зону оруденения. Съемка велась партией ВКГР под руководством инж. М. Л. Озерской [22] методом PS и заряженного тела.

В Тогналинском месторождении была выявлена аномальная зона вдоль левого ущелья Тогналысу, начиная от устья балки Камышлыдере к северу. В пределах этой зоны, согласно характеру изолиний аномалий, выделяются два рудных поля, находящихся на расстоянии 250 м друг от друга. В то же время в районе Чирагидзорского месторождения были установлены два аналогичных рудных участка.

При интерпретации близко совпадающих линий PS и заряженного тела, по аналогии с Чирагидзорским рудником, были сделаны выводы о наличии богатого оруденения на глубине, что позволило считать Тогналинский рудный участок перспективным объектом для разведочного бурения.

Систематические геолого-разведочные работы продолжались с 1939 г. партией Азгеолуправления под руководством С. М. Сулейманова [31], проводившей работу по заданию Чирагидзорского рудоуправления. Было пробурено 10 релизных скважин, которые выявили характер

оруденения по глубине, близкий к данным аномалии геофизических исследований, но не совпадающий с ними. В это же время были восстановлены старые штольни.

Геолого-разведочные работы на Тоганалинском месторождении проводили следующие геологи: И. Филиппов и др. [34], Г. И. Керимов и Б. П. Жузе [16], Н. В. Карданов, М. А. Осипов и Мартиросян [12].

Таким образом, окрестности Тоганалов в геологическом отношении освещались слабо, а месторождение не подвергалось глубокому научному исследованию.

В течение последних лет Азербайджанским геологическим управлением Министерства геологии и охраны недр СССР на Тоганалинском месторождении пробурено 35 скважин и пройдено 4 штольни. Одновременно велись исследования в этом районе и нами.

Во время полевых работ мы имели возможность детально осмотреть керны из скважин, описать их и взять образцы для дальнейшего минералого-петрографического исследования.

В результате детальных исследований Тоганалинского месторождения мы даем геолого-петрографическую карту месторождения в масштабе 1:1000. Нами установлена стратиграфическая последовательность пород и характер тектонических элементов. С достаточной тщательностью выявлены геохимические особенности и минеральная ассоциация руд.

Для выяснения всех этих вопросов мы предприняли региональные исследования в области развития кварцевых порфиров и связанных с ними проявлений серного колчедана в бассейне верхнего течения р. Кюракчай.

В силу специфических геолого-геохимических условий наибольшая концентрация серного колчедана наблюдается на северо-восточном склоне Малого Кавказа в районе развития кварцевых порфиров. Вне развития их более или менее крупных проявлений или каких-либо мелких концентраций серного колчедана мы не встречаем.

Кладя в основу наших работ этот существенный тезис, мы провели тщательные исследования с целью установления истинной картины формирования серного колчедана. Так как вопросы генезиса серного колчедана могут быть более правильно разрешены в результате региональных исследований, нами были рассмотрены почти все месторождения и проявления серного колчедана Малого Кавказа.

Помимо карты Тоганалинского месторождения нами составлена геолого-петрографическая карта (в масштабе 1:20.000) части бассейна верхнего течения р. Кюракчай площадью 44,37 км<sup>2</sup>.

В работе дается стратиграфическая схема изученного района, приводятся результаты петрохимических исследований. Нами устанавливаются три фазы извержения кварцевых порфиров, причем с субвулканической фазой их генетически связаны оруденения серного колчедана. У сел. Тоганалы нами впервые обнаружены интрузии габбро-норита, а также найдена фауна в туфах кварцевых порфиров, разделяющих горизонты первой и второй фазы кварцевых порфиров.

Все эти исследования сопровождались многочисленными химическими, а для отдельных минералов—рентгеноструктурными и термическими анализами.

## ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА

Тоганалинское месторождение расположено на северных склонах Мровдагского хребта, средняя высота которого близка к 3000 м над уровнем моря. Северные склоны хребта более пологие, чем южные. От хребта отходит ряд мощных отрогов.

Высокогорный район характеризуется сильно расчлененным рельефом с глубоко эродированной поверхностью и крутыми обрывистыми склонами. В средней части исследованного планшета протекает многоводная река Кюракчай, вырезавшая себе глубокое ложе (в пределах 99—1000 м). Отдельные вершины хребтов превышают 2000 м—на севере Гейдаг (2130 м) и гора Пант (2111,5 м), а на юге—водораздельный хребет между р. Ахсу (у оз. Маралгель) и правым притоком Кюракчай (1994,9—2105,5 м). По правому и левому склонам р. Кюракчай хребты, как и Пантдаг, имеют с.-с.-в. направление и изрезаны крутыми скалистыми оврагами, ущельями и балками. Скалистые склоны часто карнизом спускаются к реке. Здесь встречаются эрозионные долины. Достопримечательность района исследований—изумительно живописное озеро Гекгель, расположенное на высоте 1576 м. Длина озера—2,5 км, максимальная ширина—0,6 км, наибольшая глубина—93 м. Выше него находится озеро Маралгель, а ниже—Залилигель и ряд более мелких озер.

Все эти озера находятся на р. Ахсу и образовались в 1139 г., после известного Гянджинского землетрясения. Вокруг озер расположены огромные угловатые глыбы верхнеюрских известняков, которые, скатившись с горы Кяпаз, образовали два потока и запрудили в разных местах р. Ахсу. Глыбы достигают объема 2000 м<sup>3</sup>. Длина одного потока—9 км, другого—5 км. Длинный поток перегородил эрозионную долину, образовав озеро Гекгель, и далее даже поднялся на левый склон озера, опускаясь частично к р. Кюракчай против сел. Тоганалы. Береговых террас вокруг озера не замечено, что указывает на стабильность уровня воды.

В окрестностях сел. Тоганалы бассейн р. Кюракчай характеризуется обилием лиственного леса, представленного дубом, грабом, буком и др. От северо-восточного окончания озера Гекгель начинается прекрасная сосновая роща, расположенная на известняковом потоке. Это—самое восточное нахождение сосны на Малом Кавказе. В долине р. Кюракчай в селениях имеются фруктовые сады.

Тоганалинское месторождение расположено на левом склоне долины речки Тоганалысу—левого притока Кюракчай. Тоганалысу протекает в глубоком клюзе вдоль южной границы месторождения. В нее впадает ручеек по балке Камышлыдере. Выше месторождения поднимается небольшой хребет (около 1650 м высоты), отделяющий Тоганалинский рудный участок от Чирагидзорского. Абсолютные отметки месторождения колеблются в пределах 1400—1600 м.

Гидрология верхнего течения р. Кюракчай исследована С. Г. Рустамовым [28, 29].

Река Кюракчай образуется слиянием рр. Чаргалы, Омарчай и Ильхигчай. Длина ее 115 км, площадь водосбора—1711 км<sup>2</sup>, средний уклон—0,0246.

По морфометрическим признакам р. Кюракчай делится на две части: верхнее течение—от истока до сел. Дозулар и нижнее течение—от сел. Дозулар до устья.

В верхней половине река протекает среди горного, выполаживающегося вниз по течению ландшафта, покрытого редким лиственным лесом до сел. Чайкенд.

Протяженность этого участка—36 км. Здесь река принимает несколько притоков (Кюрдслейлар, Азгиллису, Тоганалысу, Чирагидзорсу, Ахсу, Карабулах, Сарысу, Бузулух и др.).

Долина р. Кюракчай до сел. Чайкенд U-образная. Ширина ее в верховьях—300—800 м, ниже впадения притока Бузулух она увеличи-

вается до 1200 м. Склоны долины крупные, сложены суглинком и покрыты лиственным лесом. Пойма отсутствует.

Русло реки умеренно извилистое. Каменистые осередки затопляются высокими водами.

Густота речной сети бассейна р. Кюракчай составляет 0,25 км/км<sup>2</sup>. Средний многолетний расход воды у створа Чайкенд составляет 2,98 м<sup>3</sup>/сек. Иначе говоря, с каждого квадратного километра площади водосбора р. Кюракчай стекает около 15 (14, 98) л/сек воды, что за год соответствует слою воды в 472 мм. Среднее количество осадков, выпадающих на водосборе р. Кюракчай до сел. Чайкенд, составляет 500—600 мм в год. Таким образом, 128 мм осадков теряется в бассейне реки, главным образом на испарение и просачивание. Годовой объем стока р. Кюракчай на этом же створе составляет 94 млн. м<sup>3</sup> воды в год. Из этого количества 9,48% протекает зимой (I — III месяцы), 47,81% — весной (IV — VI), 28,91% — летом (VII — IX) и 13,80% — осенью (X—XII).

По водному режиму Кюракчай принадлежит к группе рек с весенним половодьем. Половодье на реках этой группы происходит за счет дождей и таяния снегов и представляется в виде основной волны с накладываются на нее второстепенными пиками.

Весенние половодья начинаются со второй половины марта, но в отдельные годы незначительные подъемы наблюдаются и в конце февраля. Максимум наступает в мае и июне, после чего происходит спад, изредка нарушаемый дождевыми пиками до конца августа—сентября. Второй, но значительно меньший по мощности, подъем имеет место в октябре—ноябре и вызывается осенними дождями. С декабря устанавливаются устойчивые зимние расходы, более низкие, чем летние и весенние.

## ГЕОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНА ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ р. КЮРАКЧАЙ

В связи с изучением Тоганалинского серноколчеданного месторождения нами произведены геолого-петрографические исследования широкой полосы в окрестностях сел. Тоганалы, особенно в южной части.

Эта часть была слабо освещена предшествовавшими геологическими работами. На имеющихся геологических картах К. Н. Паффенгольца (1:42.000) и Э. Ш. Шихалибейли и Р. Н. Абдуллаева (1:50.000) в исследованном нами районе выделена лишь толща среднеюрских порфиритов, туфов и туфопесчаников, среди которых выступают в виде окон подстилающие их кварцевые порфиры.

Масштабы составленных нами геолого-петрографических карт района (рис. 1) и самого Тоганалинского месторождения (рис. 2) несколько уменьшены. Наши исследования позволили выявить более сложную картину геолого-петрографических особенностей верховьев р. Кюракчай.

В геологическом строении района принимают участие породы среднеюрского возраста, которые в окрестности Гекгель участками покрываются обвалившимися громадными глыбами известняков верхней юры. Среднеюрские породы богато представлены различными петрографическими типами.

Наиболее древним членом толщи средней юры являются кварцевые порфиры, видимая мощность которых в бассейне р. Кюракчай превышает 300 м. Нижняя часть их не вскрыта. Кварцевые порфиры обнажаются по долинам р. Кюракчай и ее притоков, а также по долинам р. Гян-

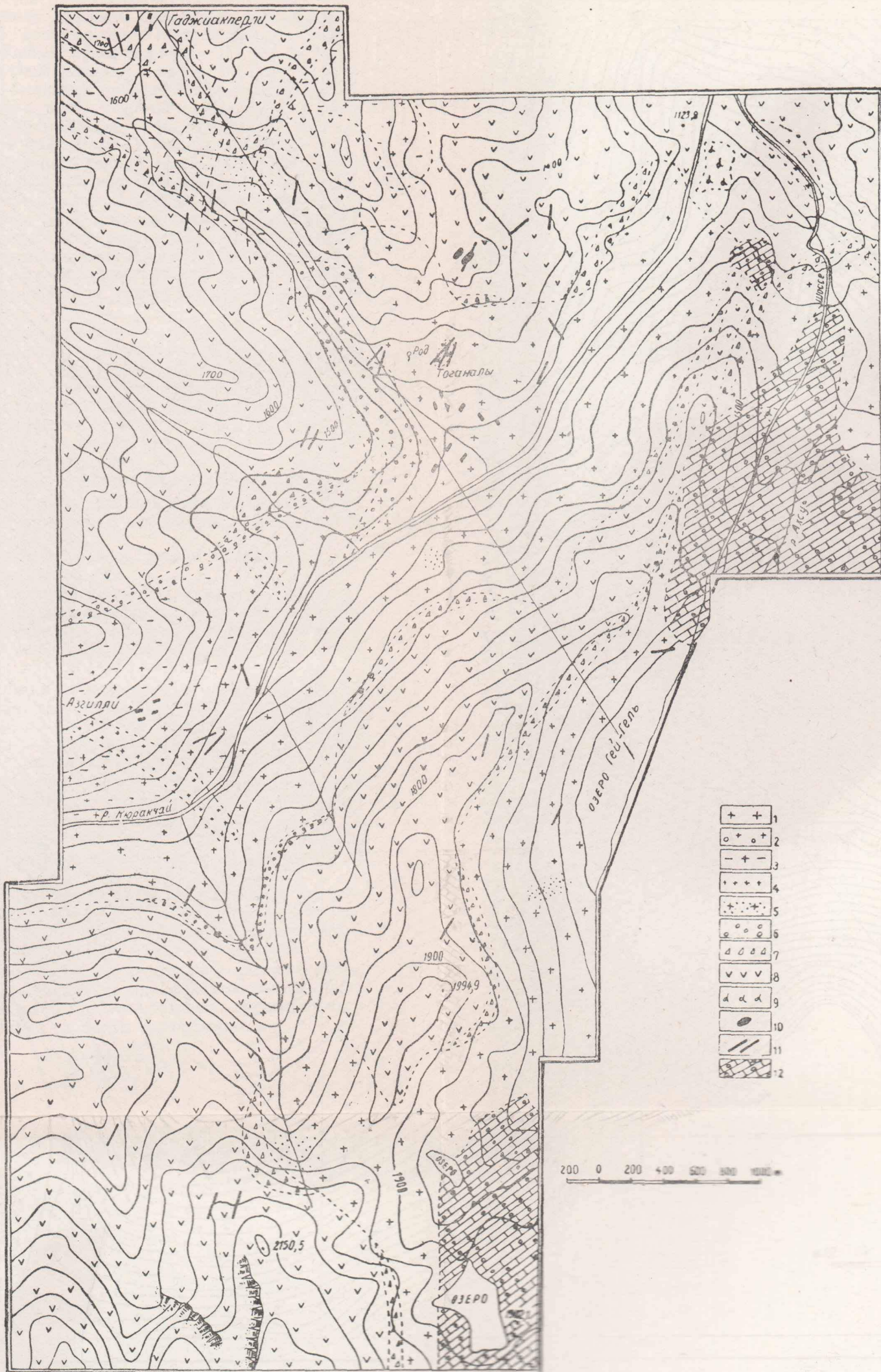


Рис. 1. Геологическая карта района Тоганальского месторождения серного колчедана.

1 — кварцевые порфиры; 2 — кварцпорфировые туфы; 3 — кварцевые порфиры с розовым полевым шпатом; 4 — кварцевые плагиопорфиры экструзивные со столчатой отдельностью; 5 — пиритизированные и окварцованные кварцевые порфиры; 6 — крупнокрапленные плагиоклазовые порфириты; 7 — туфопесчаники, туфобрекчии, туфоконгломераты; 8 — пироксеновые, плагиоклазовые и роговообманковые порфириты; 9 — интрузии кварцевых и бескварцевых диорит-порфиритов; 10 — интрузия оливинового габбро-норита; 11 — дайки диабазов, диабазовых порфиритов и др. жильных пород; 12 — обвалы верхнеюрских известняков г. Кяпаз.

Составил М.-А. Кашкай.

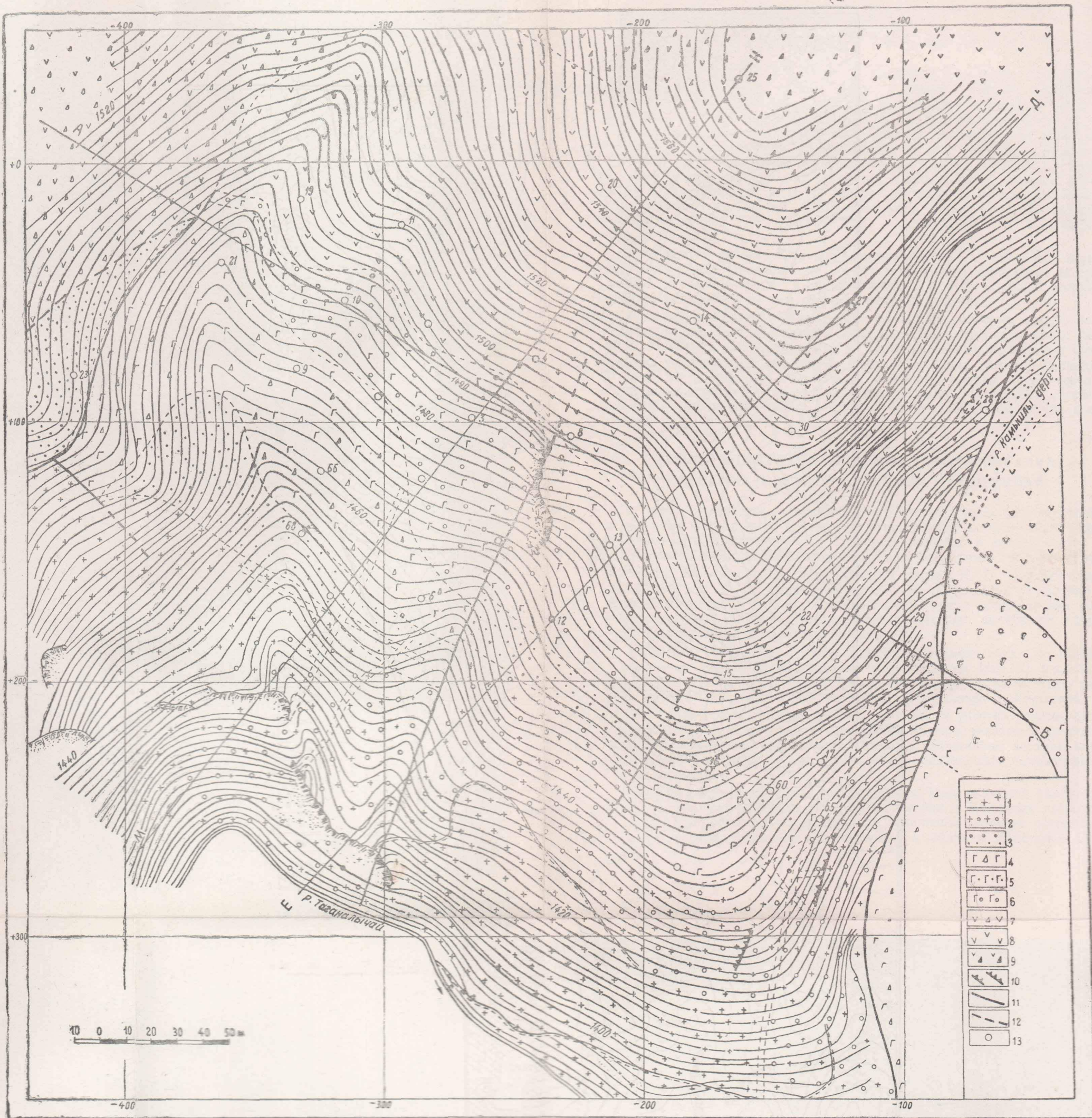


Рис. 2. Геолого-петрографическая карта Таганалысского месторождения серного колчедана.

1 — кварцевые порфиры с ровным полемым шпатом; 2 — партизированные, колонизированные и окварцованные кварцевые порфиры (вторичные кварциты); 3 — туфопесчанки; 4 — дилативная зеленая туфобрекчия крупноваряленных порфиритов; 5 — ожелезненная и каолинизированная туфобрекчия крупноваряленных порфиритов; 6 — крупноваряленный порфирит; 7 — туфобрекчия зернистых порфиритов; 8 — порфиры роговообманково-пироксеновые; 9 — порфиры авгитовые; 10 — дилативная диабазовая порфиритовая; 11 — линия тектонических нарушений явные; 12 — линии тектонических нарушений предполагаемые; 13 — скважины.

Составил М.-А. Кашкай.

джачай и ее правых притоков (на участке, сравнительно близком к исследованному району). Кварцевые порфиры занимают широкое поле на правом склоне р. Кюрракчай, достигая озера Гекгель (берега которого сложены ими) и далее—верховьев ручья Карабулаг. В южной части, уже за пределами закартированной площади, к северу от устья р. Ильхичай, кварцевые порфиры покрываются вулканогенной толщей. Значительно южнее они узкой полосой почти широтного направления обнажаются от истоков ручья Ители (верховье р. Балакюрракчай), прослеживаясь вдоль р. Ильхичай к Кюрракчаю. Кварцевые порфиры здесь залегают между нижней вулканогенной толщей (низы байоса) и покровными породами (верхний байос—бат). Среди кварцевых порфиров выделяются производные трех фаз извержений. Между первой и второй фазами кварцевых порфиров залегают туфы, в которых нами найдена фауна. С третьей фазой — субвулканической — генетически связано формирование значительной части серноколчеданных оруденений. Последние приурочены к участкам интенсивного окварцевания (например, в районе месторождения и сс. Тоганалы и Азгилли, вокруг Гекгель, по р. Ахсу, в верховьях р. Карабулах и др.).

По возрасту кварцевые порфиры относятся к байосу.

На них трансгрессивно налегает мощная вулканогенная толща, представленная плагиоклазовыми, авгитовыми и роговообманковыми порфиритами и в низах их—туфопесчаниками, туфобрекчиями и туфоконгломератами. У подошвы толщи располагаются туфопесчаники мелкой и средней зернистости, которые ниже местами переходят в базальные конгломераты, содержащие включения окатанных и полуокатанных, а также угловатых кварцевых порфиров.

Выше туфопесчаников залегают туфобрекчии и туфоконгломераты, которые далее переходят в порфириты. Местами туфопесчаники и туфобрекчии выпадают вследствие размыва, и порфириты непосредственно налегают на кварцевые порфиры.

Весь комплекс средней юры прорывается дайками диабазов, диабазовых и плагиоклазовых порфиритов и др.

Чрезвычайно интересной является найденная между сел. Тоганалы и рудником Чирагидзор интрузия оливинового габбро-норита, обнажающегося среди покровных вулканогенных пород. Эта интрузия из семейства крайней ветви основных пород для бассейна р. Кюрракчай фиксируется нами впервые.

Местами выступают экструзии кварцевых и бескварцевых диорит-порфиритов, например, западнее сел. Тоганалы, на левом склоне долины р. Ахсу, начиная от устья, по дороге на озеро Гекгель, у кочевки Азгилли и др. Они интродированы дайками диабазовых пород, что свидетельствует о более раннем образовании экструзий диорит-порфиритов.

Более молодых, чем средняя юра, образований, за исключением аллювиально-делювиальных отложений, в пределах исследованной области верховьев р. Кюрракчай нет.

В геоморфологии района озера Гекгель и р. Ахсу существенное значение имеют отмеченные выше крупные обвалы верхнеюрских известняков.

Детальные исследования показали сложное геологическое строение Тоганалинского месторождения. Имеющийся фактический материал позволяет выявить его истинную картину. Этот вопрос является существенным, в особенности при проектировании буровых скважин.

В геолого-тектоническом отношении месторождение расположено на продолжении складчатой зоны Чирагидзора и характеризуется аналогичным оруденением. Но Тоганалинское месторождение несколько отличается структурными особенностями и типом оруденения.

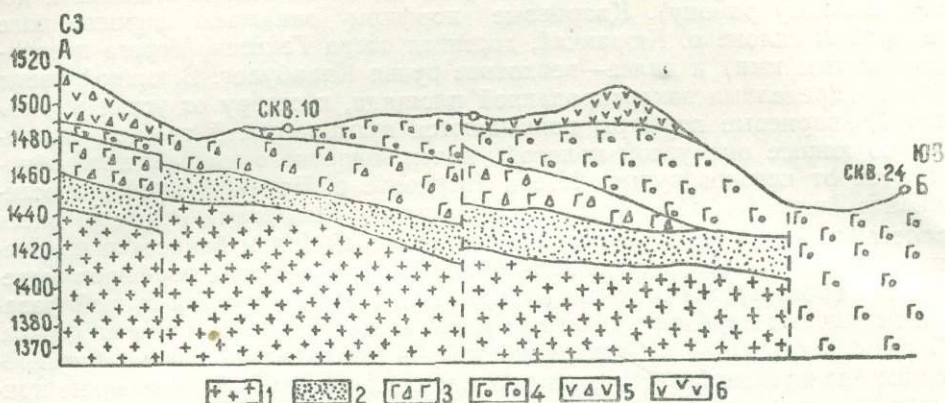


Рис. 3. Геологический профиль Тоганалинского месторождения по линии А—Б.  
 1—кварцевые порфиры с розовым полевым шпатом; 2—туфопесчаники; 3—плотная зеленая туфобрекчия крупновкрапленных порфиритов; 4—крупновкрапленный порфирит; 5—туфобрекчия верхних порфиритов; 6—порфириты роговообманково-пироксеновые

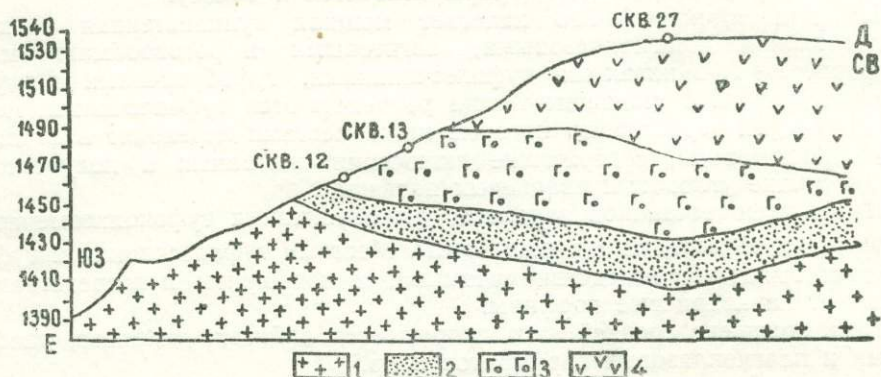


Рис. 4. Геологический профиль Тоганалинского месторождения по линии Е—Д  
 1—кварцевые порфиры с розовым полевым шпатом; 2—туфопесчаники; 3—крупновкрапленный порфирит; 4—порфириты роговообманково-пироксеновые

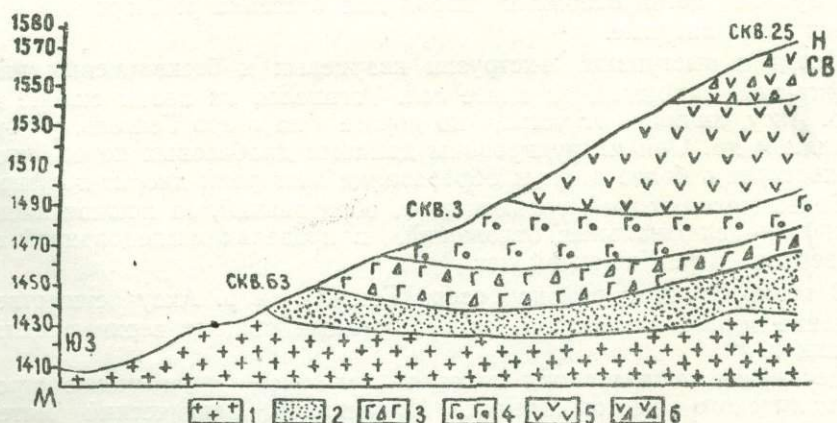


Рис. 5. Геологический профиль Тоганалинского месторождения по линии М—Н.

1—кварцевые порфиры с розовым полевым шпатом; 2—туфопесчаники; 3—плотная зеленая туфобрекчия крупновкрапленных порфиритов; 4—крупновкрапленный порфирит; 5—порфириты роговообманково-пироксеновые; 6—порфириты авититовые

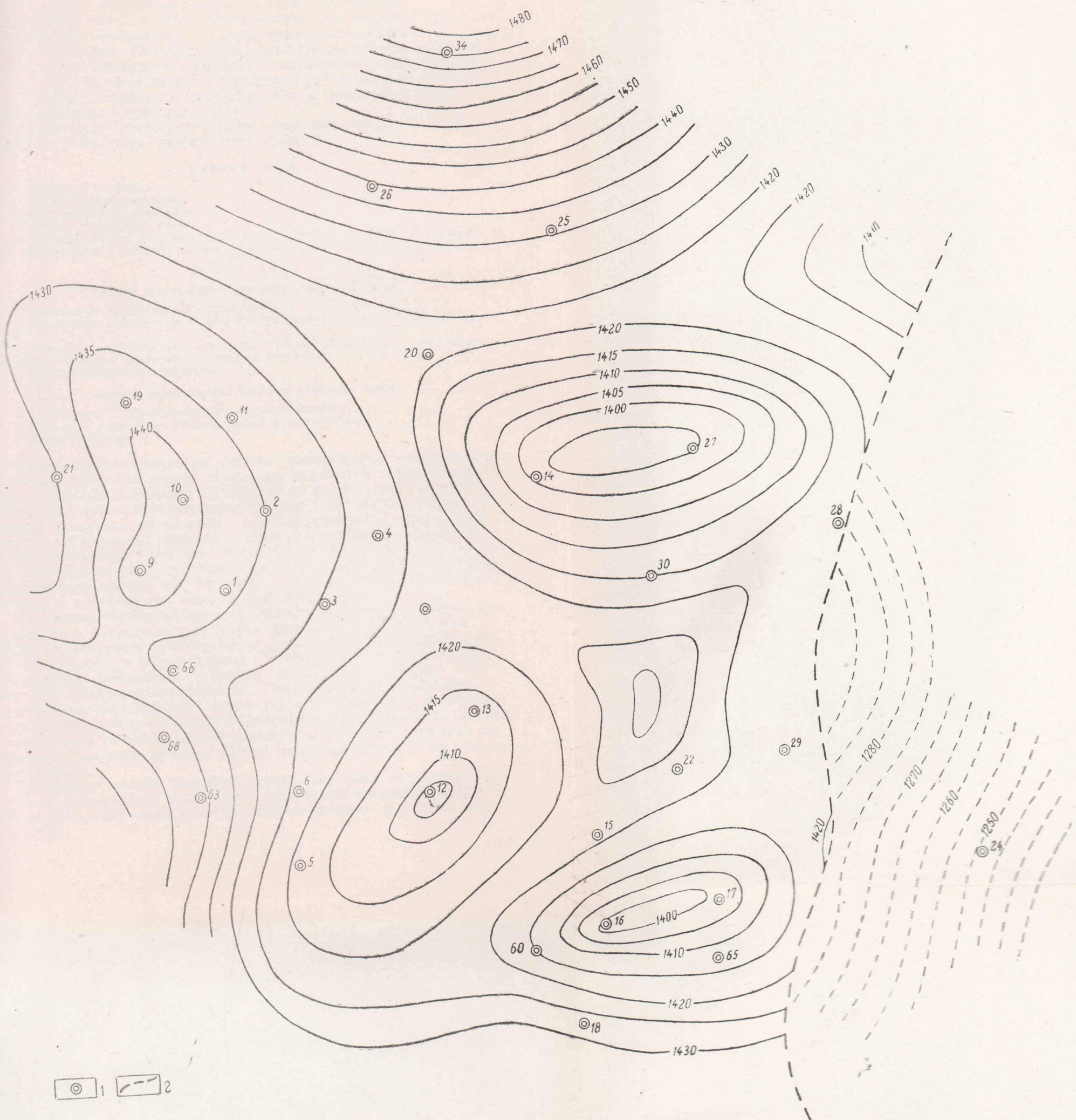


Рис. 6. Структурная карта рудоносной поверхности кварцевых порфиров по данным буровых скважин Тоганалинского месторождения.  
 1 — буровые скважины; 2 — линия сброса Камышлыдере.

Составил М.-А. Кашкай.

масштаб 1:1500

Все стратиграфические горизонты месторождения, представленные вулканогенными породами, по возрасту относятся к средней юре (байос — бат), в низах которой располагаются кварцевые порфиры.

В формировании района месторождения мы выделяем два цикла магматической деятельности: 1) кварцпорфировый комплекс, 2) вулканогенный комплекс. Последний подразделяется на нижний вулканогенный комплекс (порфириты с крупными выделениями основного плагиоклаза, с их туфопесчаниками и туфобрекчиями) и верхний вулканогенный комплекс (порфириты плагиоклазовые и роговообманковые с их туфопесчаниками и туфобрекчиями).

Геологическая последовательность этих двух циклов более подробно рисуется в следующем порядке (снизу вверх):

#### Первый цикл

1. Кварцевые порфиры:
  - а) нижняя эффузивная фаза;
  - б) туфы кварцевых порфиров;
  - в) верхняя эффузивная фаза;
  - г) субвулканическая фаза (обусловившая в основном оруденение и пропилитизацию, каолинизацию и окварцевание (процессы образования вторичных кварцитов).

#### Второй цикл

##### Нижний вулканогенный комплекс покровных пород

2. Зеленоватые туфопесчаники (зернистые).
3. Зеленоватые туфобрекчии с равномерным распределением бреккевых включений.
4. Зеленоватые туфобрекчии с крупными (до 3 см) вкраплениями плагиоклазов и обломками кварцевых порфиров и вторичных кварцитов.
5. Крупновкрапленные порфириты.

##### Верхний вулканогенный комплекс покровных пород

6. Туфобрекчии и туфоконгломераты (агломеративные).
7. Покровные порфириты (плагиоклазовые и пироксеновые).
8. Жильные породы.

Породы первого цикла на участке месторождения представлены преимущественно кварцевыми порфирами рудоносной субвулканической фазы. Кварцевые порфиры и их туфы более ранней фазы занимают на поверхности весьма ограниченные площади, но они встречаются и в буровых скважинах, заложенных, главным образом, в средней полосе участка, где мощность покровных пород увеличивается (примерно по полосе, проходящей через скв. № 19—2—24). Туфы кварцевых порфиров значительное распространение получили в окрестностях месторождения—в направлении сел. Тоганалы, где в них нами найдена фауна (пектен) и в сторону сел. Аджиакперли (см. выше).

На участке месторождения ортоклазовые кварцевые порфиры обнажаются по р. Тоганалысу и ее левому притоку — р. Камышлыдере. Согласно геологическим наблюдениям и данным буровых скважин, в районе Тоганалинского месторождения гипсометрическая высота кварцевых порфиров повышается в сторону Чирагидзора, что важно иметь в виду при проектировании скважин. Однако намечается некоторая пониженная (мульдообразная) форма участка, примерно в его средней части. Это же можно наблюдать по залеганию покровных пород. Однако с повышением гипсометрической поверхности кварцевых порфиров увеличивается мощность лежащих на них покровных пород, в особенности третьей фазы.

Интересную картину выявляет составленная нами структурная карта подземного рельефа рудоносной поверхности кварцевых порфиров, которая позволяет также отметить глубины скважин на участке месторождения.

Структурная карта поверхности оруденелых кварцевых порфиров составлена по данным скважин, с учетом гипсометрической высоты каждой скважины, на топооснове 1 : 1000 (табл. 1).

Таблица 1

Глубина поверхности окварцованных и оруденелых кварцевых порфиров на Тоганалинском месторождении

№ скв.	Глубина в м	№ скв.	Глубина в м
1	42,5	20	122,5
2	60,0	21	232,5
3	55,0	24	102,0
4	72,5	25	136,0
5	15,0	26	105,0
6	26,5	27	45,0
7	43,0	28	60,0
8	70,0	29	128,0
9	23,0	30	110,0
10	41,0	31	122,0
11	66,0	32	15,0
12	57,5	33	70,0
13	15,0	34	95,0
14	131,0	60	35,0
15	57,5	63	13,5
16	60,0	65	5,5
17	41,0	68	5,0
18	12,5	69	35,0
19	52,5		

Отмечается неравномерная концентрация руды на различных глубинах.

Наблюдается общее повышение поверхности кварцевых порфиров на север.

По направлению к средней части месторождения—к скв. № 14 и 27 наблюдается котлованный характер. У скв. № 16 и 17 и у скв. № 12 и 13 выявляются еще два понижения.

На поверхности кварцевых порфиров можно усмотреть поднятие в западной части планшета, где наиболее высокая точка находится у скв. № 10.

Наблюдаемый на поверхности сброс по Камышлыдере ясно вырисовывается и на структурной карте.

Кварцевые порфиры в месторождении вскрыты буровыми скважинами на глубину до 160 м, а по обнажениям—на 70—80 м; нижняя граница здесь нигде не обнажается.

Кварцевые порфиры, протягивающиеся узкой полосой (120—150 м) вдоль левого склона, участками резко меняются. Как будет показано ниже, метаморфизация кварцевых порфиров, в том числе и оруденение, изменяются с глубиной. Оруденение наиболее интенсивно проявляется по периферии толщи, постепенно ослабевая на глубине.

Таким образом, окварцованные кварцевые порфиры занимают нижние части толщи.

В обнаженной части кварцевых порфиров наиболее интенсивное изменение наблюдается у штолен № 2 и 3, прослеживаясь по верхней части толщи до штольни № 4 и далее. Они здесь окрашены гидроксидом железа. Среди них участками выявляется каолинизация, например, в 20 м от штольни № 4 и не доходя 70 м до штольни № 2. Далее

к штольне № 2 каолинизация постепенно ослабевает, сменяясь окварцеванием. Различные степени каолинизации и окварцевания можно встретить и за штольной № 2.

Интересно отметить наблюдаемую покрывку мощностью до 2 м кварцевого порфира без пирита над сильно пиритизированными кварцевыми порфирами над штольнями № 2 и 3. Трещины, наблюдаемые в них, не переходят в породы покровных кварцевых порфиров. В последних также не отмечается колчеданного оруденения. В эти покровные кварцевые порфиры, относящиеся к ранней фазе извержения, внедрились породы рудоносной субвулканической фазы.

По долине Камышлыдере кварцевые порфиры обнажаются лишь по правому склону, что обусловливается тектоническим нарушением. На левом склоне эти породы встречены в скв. № 24 на глубине около 202 м. Эта скважина заложена на расстоянии 50—60 м от выхода кварцевых порфиров в долине Камышлыдере. Начиная от устья долины вверх кварцевые порфиры слабо окварцованы, затем подвергнуты сильному метаморфизму (до скв. № 28). Далее идут покровные породы, затем кварцевые порфиры снова выступают у скв. № 4 на небольшом участке, что объясняется обнаженностью сравнительно глубокой части толщи.

## ОСОБЕННОСТИ ТЕКТОНИКИ

Исследованный район входит в систему крупного мегантиклинория, протягивающегося в северо-западном направлении в предгорьях Малого Кавказа. Поднимаясь от р. Гянджачай, он осложняется складками второго порядка, причем сводовая часть его ондулирует. В пределах мегантиклинория складки имеют не только северо-западное направление, но и северо-восточное. Дислокации антикавказского направления, повидимому, следует считать более древними. Они проявились и осложнились в позднюю альпийскую складчатость.

В юго-восточной части планшета вырисовывается пологая синклинальная складка г. Кяз. Вершина ее сложена почти горизонтальными слоями известняков лузитана. Ниже известняков залегают известковистые песчаники, песчаники и туфогенные породы келловея—оксфорда.

Западное крыло этой синклинали, наклоненное под углом 15—20°, переходит в гекгельскую антиклиналь, ядро которой сложено кварцевыми порфирами. Последние трансгрессивно покрываются вулканогенными породами.

В пределах кварцевых порфиров и порфиритовых пород антиклинальные поднятия второго порядка отмечаются между озером Гекгель и сел. Тоганалы. Далее, несколько выполаживаясь, складка снова воздымается в районе Тоганалинского месторождения. К западу, уже в пределах сел. Аджиакперли, она переходит в мульду.

Исследованная область, как и весь бассейн верхнего течения р. Кюракчай, претерпела и интенсивное тектоническое нарушение с пликативными и дизъюнктивными дислокациями. Последние выражены рядом систем трещин и линий тектонических разрывов. Некоторые из них являются в виде сбросов с крупными амплитудами или же в виде трещин разрывов, выполненных глиной притирания и брекчией трения. Подобный характер тектонических нарушений наблюдается по дороге от сел. Тоганалы до месторождения того же названия, на протяженности 2,5 км. На особенности тектоники указывают и другие виды образований (дайки диабазовых порфиритов и др.). Их направления примерно совпадают с направлением общей дислокации района.

Направления как дизъюнктивных нарушений, так и жильных пород группируются в три системы:

1) северо-северо-восточная, 2) меридиональная, 3) северо-северо-западная.

Однако четко разграничить эти три системы трещин не удастся, так как между ними наблюдаются направления промежуточного характера. Нередки и пучкообразные направления линий разрывов и дайковых пород.

Наиболее крупное нарушение зафиксировано у месторождения по балке Камышлыдере в направлении СВ  $60^\circ$ . Амплитуда смещения в северной части равна 20—25 м, а в южной—свыше 70 м. Ряд параллельных линий сбросов с небольшой амплитудой отмечается к западу от него.

Между сел. Тоганалы и месторождением наблюдается ряд нарушений. Наиболее крупное из них прослеживается на север в направлении к Чирагидзору.

Выяснение тектоники района самого Тоганалинского месторождения имеет огромное значение для правильного ведения геолого-разведочных работ. Это важно и для познания генезиса месторождения.

Тоганалинское месторождение расположено недалеко от Чирагидзора. Оно приурочено к присводовой части антиклинория и составляет полную аналогию последнему в отношении характера и направления линий тектонических разрывов. Оба месторождения принадлежат к единому комплексу субвулканической фазы извержения кварцпорфировой магмы.

Кварцевые порфиры в северной части месторождения имеют более высокие гипсометрические отметки, чем в южной, по направлению к р. Тоганалысу.

В кварцевых порфирах наблюдаются небольшие смещения, прослеживаемые на несколько метров, а иногда и больше чем на 20 м. В них заметны трещины отдельностей, которые окрашены гидроокисью железа. Полевые и микроскопические исследования позволяют говорить о сложной собственной тектонике кварцевых порфиров, осложненной более поздними (по крайней мере двумя) интенсивными горообразовательными процессами. Кварц, пирит и другие плотные минералы разбиты трещинками; минералы обычно катаклазированы.

Туфопесчаники, непосредственно покрывающие кварцевые порфиры, налегают на них трансгрессивно, с угловым несогласием—в южной части полого с азимутом падения СВ  $30-40^\circ$ ,  $\angle 20-30^\circ$ , а на севере—СВ  $210-225^\circ$ ,  $\angle 20-30^\circ$ . Примерно такой же характер имеют вышелегающие горизонты—туфобрекчии, порфириты и др.

В туфопесчаниках и туфобрекчиях встречаются обломки окварцованных кварцевых порфиров, вторичных кварцитов, местами с рудой. Последняя нередко выщелочена. Порода в этом случае имеет ячеистый характер. Обломки обычно окатаны и представляют собой базальный конгломерат. Подобный горизонт базальных конгломератов с гальками кварцевого порфира, кварцита и пирита нами обнаружен и в Чирагидзорском месторождении.

Обломки разных размеров—от микроскопических до 5 см и больше. Нахождение обломков в базальном конгломерате свидетельствует о том, что процессы окварцевания и оруденения имели место до образования покровных вулканогенных пород.

Дизъюнктивные нарушения, характерные для бассейна р. Кюракчай, где большое развитие получили плотные и менее пластичные изверженные породы, в Тоганалинском месторождении проявляются в виде ряда сбросов и сдвигов. Эти нарушения имеют, главным образом, северо-восточное или близкое к меридиональному направление и секут как

кварцевые порфиры, в том числе рудные участки, так и покровные породы. Такое же направление имеют и жильные породы, получившие большое распространение в бассейне р. Кюракчай.

Основным тектоническим элементом в восточной части месторождения является отмеченный выше сброс по р. Камышлыдере. Направление этого сброса — северо-восточное. Сброс легко определяется по геологическому строению крутых склонов узкой балки Камышлыдере. Нарушение здесь было вертикальным при некотором смещении пород на юг. В южной части балки в пределах планшета кварцевые порфиры правого берега приходят в стык с покровными крупновкрапленными туфобрекчиями. Несколько выше по балке наблюдаются смещения последних. Чрезвычайно важные данные получены при проходке скв. № 24, заложенной на левой стороне балки, на расстоянии всего 50—60 м от обнажения кварцевых порфиров. В ней кварцевые порфиры с оруденением встречены на глубине 202 м. Этот сброс прослеживается по покровным породам и в северной части балки, где снова выступают кварцевые порфиры. Таким образом, в пострудном характере сброса никаких сомнений не остается.

Следующее нарушение, отмечаемое скв. № 64, проходит в северо-восточном направлении, в западном краю. Оно резко обрывает покровные туфопесчаники. Вблизи скважины, на некоторой глубине, нарушение того же направления было зафиксировано в штольне № 1 (примерно в 26 м от ее устья).

Нами установлено нарушение северо-восточного направления восточнее скв. № 5, в балке. Устье этой скважины заложено в туфопесчаниках, которые покрываются зелеными туфобрекчиями. Продолжение туфопесчаников прослеживается в нескольких метрах выше, у построек геолого-разведочной партии. Еще выше, у скв. № 8, можно наблюдать как скалистый обрыв, состоящий из порфиритов с крупными вкрапленниками плагиоклаза, ограничивается от подстилающих их туфобрекчий. Нарушение в западном краю планшета определяется по обнажениям туфопесчаников у скв. № 23 и по залеганию их в отношении подстилающих туфобрекчий. Это нарушение отчетливо прослеживается здесь же в лесу. К северу оно прослеживается до родника, к востоку — до скв. № 19, где подстилающие туфопесчаники выклиниваются, а зеленые нижние туфобрекчии приходят в стык с верхними агломеративными туфобрекчиями.

На участке месторождения фиксируется ряд даек диабазового порфирита, которые располагаются в кварцевых порфирах, переходя выше в покровные породы. Они простираются в направлении СВ 310—320°. Мощность даек—2—3 м; местами в них наблюдаются пережимы, например, в дайке диабазовых порфиритов, расположенных над устьем штольни № 1 и западнее нее—у скв. № 5.

Трещины, которые заполнены жильными породами, по времени образования синхроничны с отмеченными выше нарушениями. Эти дайки явно прорывают рудные участки. Следовательно, и они пострудные.

Эти трещины и линии тектонических разрывов, по времени доальпийские, можно отнести к концу бата, когда уже завершился вулканический процесс. Возможно, что эти нарушения появились в более позднее время. Во всяком случае ясно, что нарушения и дайки моложе вулканогенных пород средней юры.

Следует отметить, что по указанным нарушениям и зальбандам даек каких-либо оруденений не наблюдается. В ареале их не фиксируется особенных метасоматических изменений, которые могли бы явиться указанием на пути поднятия гидротерм из какой-то гипотетической интрузии, не наблюдаемой даже в отдалении от рудного участка.

Кроме нарушений северо-восточного (25—40°) и близкого к меридиональному направлений существуют трещины северо-западного про-

стирания. Эти трещины не особенно круты (20—40°), обычно они безрудные, часто зияющие. Местами они прорезают и жильные породы. Трещины имеют явно более позднее происхождение и, повидимому, связаны с усилиями альпийской складчатости.

В связи с недостаточными минералого-петрографическими исследованиями возникли неправильные суждения о стратиграфической последовательности пород и их номенклатуре.

На участках наибольшего серноколчеданного оруденения встречаются химически измененные породы зеленоватого цвета, жирные наощупь, с крупными псевдоморфозами галлуазита по лабрадору. Псевдоморфозы полностью сохраняют кристаллографический облик первичного триклинного кристалла со всеми комбинациями. На месторождении эти породы принимаются за «тектонические брекчии» и им придается большое значение.

Наши исследования показали, что эти химически измененные породы являются зеленоватыми зернистыми туфобрекчиями с крупными выделениями лабрадора, имеющими большое распространение в восточной половине месторождения. Однако они подверглись интенсивным изменениям от воздействия нисходящих сернокислых растворов. Эти растворы образуются при выщелачивании пирита из окварцованных кварцевых порфиров, находящихся гипсометрически выше рассматриваемых пород. Проникая в них по послерудным тектоническим трещинам, растворы производят интенсивный метаморфоз. Поэтому ни о каких тектонических брекчиях в отношении данных пород не может быть и речи, тем более, что для них указываются большие мощности.

Нарушений с небольшими амплитудами, подобных тем, которые встречаются в месторождении, в бассейне р. Кюракчай довольно много. В частности, их можно наблюдать на протяжении 2,5 км от сел. Тоганалы до месторождения. Здесь нигде, даже у месторождения, так называемых «тектонических брекчий» не встречается. Тектонические нарушения заполнены глинками притирания. Это еще раз подтверждает, что появление указанных пород именно в месторождении объясняется воздействием сернокислых растворов. В связи с этим возникает вопрос о «зонах» вдоль тектонических нарушений.

Неправильное толкование генезиса месторождения, а именно связи оруденения с рассмотренными выше линиями тектонических нарушений, обусловило и выделение отдельных «рудных зон».

Данные горных выработок и буровых скважин, а также детальные геологические исследования показали, что оруденение в Тоганалинском месторождении относится к типу вкрапленных. Фактический материал говорит о площадном, а не зональном характере оруденения. Правда, вдоль отдельных трещин или нарушений местами можно наблюдать обохренность или каолинизацию, но этот процесс более поздний и, как было отмечено выше, обязан нисходящим сернокислым растворам. Выяснение этого вопроса важно, так как обохренные зоны могут быть приняты за рудные. Возможно, что по таким вторичным зонам могли задаваться горные выработки. Отметим, что в этих зонах нигде первичного оруденения не наблюдалось.

#### КВАРЦЕВЫЕ ПОРФИРЫ

Кварцевые порфиры получили большое развитие на Малом Кавказе и занимают нижнюю часть среднеюрской вулканогенной толщи. О стратиграфическом положении их последнее время возникли споры. К. Н. Паффенгольц (1928, 1929) отнес толщу кварцевых порфиров к аалену, считая ее маркирующим горизонтом на Малом Кавказе между комплексами лейаса и доггера. Позже Ш. А. Азизбековым (1947) эта же толща была охарактеризована как аален—нижний байос. Затем

появился ряд работ В. Е. Хаина, Л. Н. Леонтьева, А. Т. Аслаяна (1950) и др., поднявших возраст кварцпорфировой толщи до байоса, точнее до среднего байоса. Для определения стратиграфического положения описываемой толщи поступила также дополнительная фауна, собранная непосредственно в горизонте кварцевых порфиров у сел. Кушчи (геологом В. А. Комар) и в районе Аллаверды (А. Т. Аслаяном и М. В. Вовским). Среди фауны, собранной у сел. Кушчи, определены Г. Я. Крымгольцем *Lytoceras* (*Thysanolytoceras*) cf. *tschonthense* K a k n; *Phylloceras* (*calliphylloceras*) *heterophylloides* O p p., *Phylloceras* (*Holcophylloceras*) *Lignoi* d'O r b.

В Аллавердском горизонте песчанистых туффитов кварцевых порфиров обнаружены *Garantia garanti* d'O r b; *Parkinsonia parkinsoni* S o w.; *Parkinsoni orbignyana* W e t z.; *Parkinsonia subarrietites* W e t z.; *Phylloceras kudernatschi* H a u e g и др.

Фауна типа пектен найдена нами у сел. Тоганалы в горизонте кварцпорфировых туфогенных пород бассейна р. Кюракчай.

По определению И. Кахадзе, она оказалась *Chlamys* ex. gr. *Dewalquei* O p p. В морфологическом и петроструктурном отношении кварцевые порфиры бассейна р. Кюракчай весьма разнообразны. В их формировании мы устанавливаем три фазы извержения: две покровные (эффузивные) и одну субвулканическую—экструзивную. Кроме того, нами установлен ряд экструзивных конусов, относящихся уже к более позднему магматическому проявлению и представленных кварцевыми порфиритами и диорит-порфиритами.

О двух фазах эффузивных кварцевых порфиров свидетельствует наличие среди описываемой толщи горизонта туфогенных кварцевых порфиров. До последнего времени предполагалось, что этот горизонт имеет локальный характер и стратиграфического значения не имеет. Региональное распространение туфов, туффитов и туфобрекчий кварцевых порфиров определяется их повсеместным распространением на Малом Кавказе. По нашим наблюдениям и литературным данным, прерывистые обнажения этих туфогенных пород отмечаются в бассейнах рр. Кюракчай, Кушкарчай, Човдарчай, Шамхорчай, Джагирчай и далее через Кедабекский район в Армении в районе сел. Аллаверды.

Нахождение фауны в ряде их выходов свидетельствует о подводном извержении указанных кислых лав.

Переходим к описанию различных типов кварцевых порфиров.

Эффузивные кварцевые порфиры, как было отмечено, образовались в две фазы и имеют покровный характер, отделяясь друг от друга своими же туфогенными породами. Местами последние отсутствуют, что иногда затрудняет в полевых условиях разграничение горизонтов кварцевых порфиров обеих фаз. Во всяком случае, как показывают исследования, породы горизонта первой фазы характеризуются более светлым, плотным массивным обликом с трещинами отдельностей, чаще параллелепипедальными. Породы горизонта второй фазы имеют столбчатую отдельность, но отмечаются и массивные образования. По химико-минералогическому составу породы первой фазы более кислые, чем второй. Подобное разграничение кварцевых порфиров (первая и вторая фазы) носит предварительный характер. Будучи основано на наблюдениях в бассейне р. Кюракчай, оно подлежит дальнейшему уточнению.

Нормальные кварцевые порфиры с почти одинаковым соотношением плагиоклаза и ортоклаза характеризуются лейкократовым обликом. Порода обычно светлая—серая, желтоватая, иногда с зеленоватым оттенком. В измененных участках порода окрашена гидроокисью железа. В ней резко выделяются зерна кварца от 1 до 5 мм и больше. Размеры зерен полевых шпатов—до 3 мм.

Темноцветные минералы относятся к роговой обманке, реже—к биотиту. Встречается также и афировая разность, в которой вкрапленники незаметны. Эта порода представляет собой весьма плотную слитную массу.

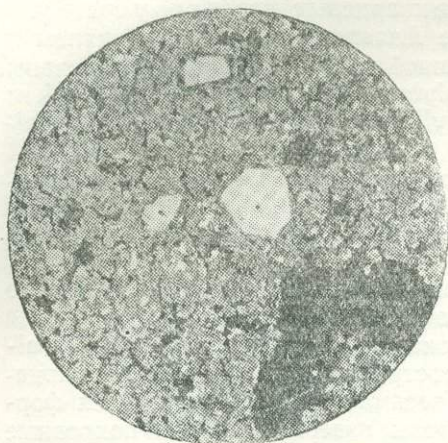


Рис. 7. Кварцевый порфир с микрогранитовой структурой и вкраплениями кварца

Ув. 40. Николи+

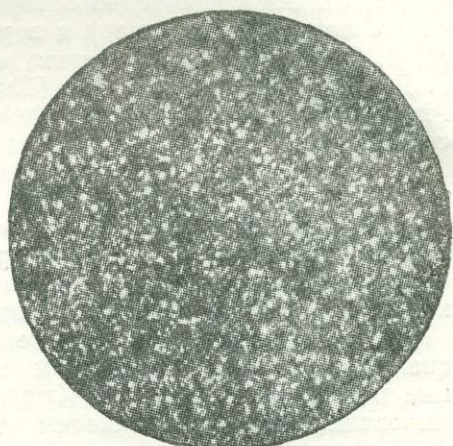


Рис. 8. Литоидитовая основная масса. Состоит из субмикроскопических зерен кварца с примесью каолинового вещества

Ув. 40. Николи+

Микроскопически различаются монофирровая, олигофирровая и полифирровая структуры, причем основная масса всегда преобладает над вкрапленниками.

Характерными структурами основной массы являются литоидитовая, микролитовая, сферолитовая и реже—фельзитовая (рис. 7 и 8). Она состоит главным образом из полевого шпата и кварца. Первый характеризуется мелкими, слегка вытянутыми кристалликами, а второй имеет изометрическую или угловатую форму. Размеры минералов меняются от субмикроскопических — 0,02 — 0,03 мм до 1—5 мм. Оба эти минерала легко различаются при большом увеличении благодаря частичной диссоциации полевых шпатов.

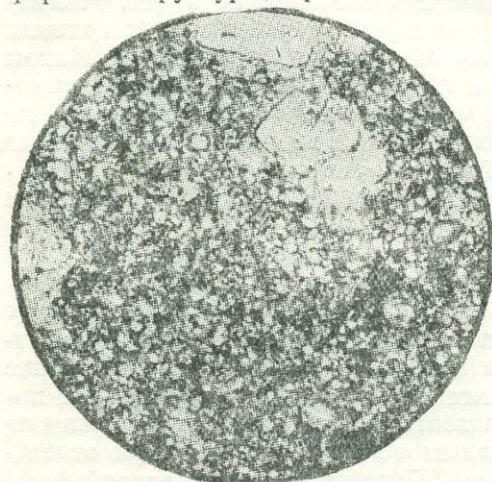


Рис. 9. Кварцевый порфир со сферолитовой основной массой. Сферолиты кварца иногда имеют секторальное строение. Поверхность кварцевых сферолитов точечно испещрена. Сферолиты относятся к кварцу вторичной генерации. Первичный кварц (белый)—в виде вкрапленников с тонкой оторочкой кварц-каолинового вещества. Это же вещество наблюдается по трещинкам.

Ув. 40. Николи+

Интересная картина выявляется при сферолитовой структуре. Сферолиты представляют собой гранофирровое срастание полевого шпата и кварца. Наблюдается частично пелитизированный полевой шпат, который к центру постепенно переходит в кварц. В нем иногда наблюдается секторальное или лучи-

стое сложение (рис. 9, 10 и 11). Местами сферолиты состоят лишь из полевого шпата.

Вкрапленники кварца характеризуются большим разнообразием форм. Зерна его, вследствие скелетного роста, имеют причудливые формы, или резорбированы, а иногда по периферии гранулированы. К этим интра-теллурическим особенностям можно добавить еще проникновение магматических масс в корродированные участки. В кристалликах кварца нередко встречаются пузырьки газа и жидких включений. Размеры этих включений очень невелики (тысячные доли миллиметра). Включения имеют округлые формы с резкими отличиями коэффициента преломления.

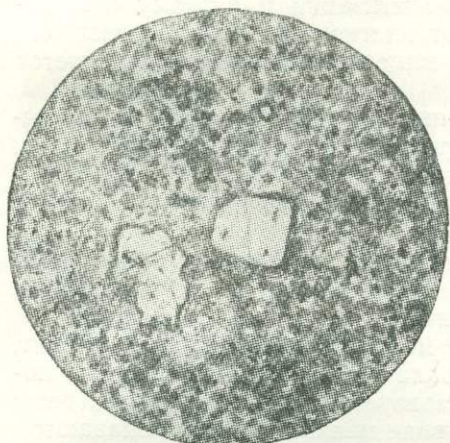


Рис. 10. Сферолитовая основная масса, Ув. 40. Николи+

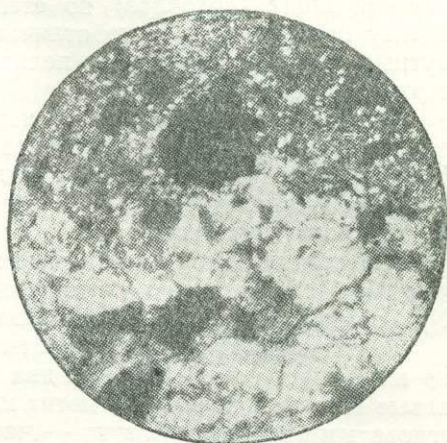


Рис. 11. Сферолиты при увеличении объективом № 7. Николи+

Характерной особенностью кварца является подверженность его катаклазу (рис. 12). При этом волнистость погасания проявляется еще резче. Поверхность зерен разбита трещинками, в которых определенной

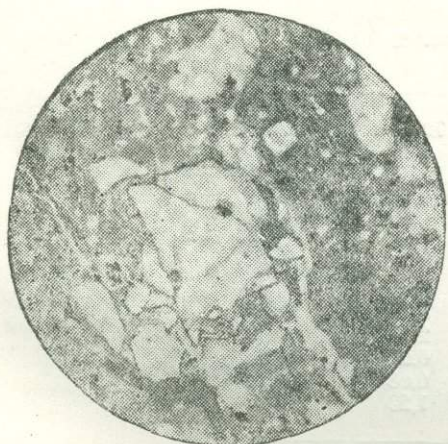


Рис. 12. Кварцевый порфир с катаклазированным вкрапленником кварца, раздробленного на мелкие куски. В основной массе и внутри кварца видны включения пирита, который распылен в главной массе породы

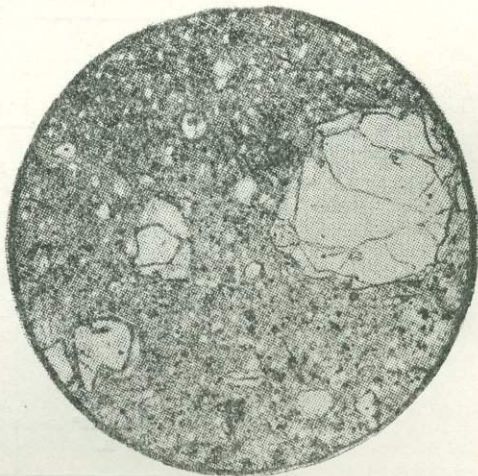


Рис. 13. Кварцевый порфир с мелковкрапленным пиритом. Наблюдается обрастание зерен кварца первой генерации вторичным кварцем.

Ув. 40

ориентированности не наблюдается. Нередко в подобных трещинках можно наблюдать вторичные минералы, в частности пелитовые частицы, гидроксид железа, карбонатные частицы или вторичный кварц. Вторичные минералы иногда окаймляют зерна кварца (рис. 13).

Подобные явления в меньшей мере наблюдаются и в плагиоклазах, которые по количеству уступают кварцу. Они характеризуются полисинтетическими двойниками по альбитовому и периклиновому законам. Зональное строение наблюдается редко, и оно вообще не характерно для плагиоклазов кварцевых порфиров бассейна р. Кюракчай. Плагиоклазы часто серицитизированы, пелитизированы и в меньшей степени — кальцитизированы и хлоритизированы. Согласно оптическим данным, минералы эти относятся к ряду олигоклаза или олигоклаз-андезина. Калиевый полевошпат (ортоклаз) по степени пелитизации и низкому коэффициенту преломления легко отличается от плагиоклаза. Кристаллы его мутные, покрыты сероватым пелитовым веществом. Нередко встречается пертитовое строение.

Отличительная особенность нормальных кварцевых порфиров описываемого района — незначительное содержание темноцветных минералов. Например, роговая обманка с удлинёнными призмочками по Ng встречается единичными зёрнами. Она в значительной степени диссоциирована, часто хлоритизирована.

В сохранившихся участках плеохроирует в зеленоватых тонах, причём наиболее интенсивно в направлении Ng и меньше — в направлении Np. Местами встречаются иглы актинолита.

Из акцессорных минералов отмечены магнетит, апатит, рутил и пирит, но их в породе мало. Первые два минерала идиоморфно включены в полевые шпаты и кварц. Магнетит характеризуется изометрическими, реже угловатыми зёрнами. Апатит — часто в виде мелких шестов; попадаются изотропные сечения гексагональной формы. Пирит наиболее характерен для кварцевых порфиров вблизи серноколчеданных оруденений.

Химический анализ кварцевого порфира из окрестностей сел. Тоганалы приводится в таблице 2.

Таблица 2

Компоненты	Вес. %	Мол. кол.
SiO <sub>2</sub>	72,51	1,207
TiO <sub>2</sub>	0,16	0,002
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,81	0,135
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,54	0,009
FeO	1,95	0,026
CaO	1,93	0,034
MgO	0,71	0,017
MnO	0,38	0,016
Na <sub>2</sub> O	3,27	0,053
K <sub>2</sub> O	2,32	0,024
SO <sub>3</sub>	0,26	0,003
H <sub>2</sub> O <sub>-110°</sub>	0,63	0,033
П. п. п.	1,20	—
• Сумма	100,62	—

Как видно из анализа и пересчёта, кислотность породы высокая, мифических минералов мало.

Кварцевые плагиопорфиры. Среди всей толщи плагиопорфировая разность кварцевых порфиров отчетливо выделяется своей столбчатой отдельностью, в особенности в районе сел. Азгилли, откуда они переходят через р. Кюракчай на ее правый берег.

По внешнему облику порода весьма плотная, серого цвета. Различаются вкрапленники кварца, плагиоклаза и редко — темноцветных минералов. Под микроскопом основная масса фельзитовая. При большом увеличении можно наблюдать полевые шпаты и кварц с рассеянными чешуйками хлорита, выделяющегося мелкими пятнами.

Вкрапленниками являются главным образом кварц и плагиоклаз, которым подчинены темноцветные минералы. Кварц представлен характерными корродированными зернами причудливой формы; сильно трещиноват. Плагиоклаз с простым двойниковым строением замещается вторичными минералами, в частности кальцитом и хлоритом.

Темноцветные минералы (амфибол) диссоциированы; по ним развиваются хлорит и лимонит. Первичный рудный минерал относится к пириту.

Приводим количественно-минералогический подсчет (в %):

Основная масса . . . . .	82,5
Плагиоклаз . . . . .	9,7
Кварц . . . . .	6,8
Амфибол . . . . .	1,0

Химический анализ образца кварцевого плагиопорфира, взятого около мельницы сел. Азгиллы по р. Кюракчай, представлен в таблице 3.

Таблица 3

Компоненты	Вес. %	Мол. кол.
SiO <sub>2</sub>	70,80	1,179
TiO <sub>2</sub>	0,18	0,002
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,72	0,144
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,40	0,009
FeO	1,58	0,022
CaO	2,15	0,038
MgO	1,03	0,025
MnO	0,22	0,003
Na <sub>2</sub> O	4,25	0,006
K <sub>2</sub> O	0,42	0,015
SO <sub>3</sub>	0,12	0,001
H <sub>2</sub> O <sup>-110°</sup>	0,45	0,0025
П. п. п.	2,42	—
Сумма	99,84	—

Пересчет химического анализа на магматическую формулу и коэффициенты по Ф. Ю. Левинсон-Лессингу дал следующее:

$$0,87 \overline{RO} \cdot R_2O_3 \cdot 7,4 SiO_2$$

$$\alpha = 3,80$$

$$R_2O : RO = 1:1,7$$

По химическому составу порода является кислой.

В анализе отмечается повышенное содержание окиси натрия при незначительном количестве окиси калия. Это также подтверждает отсутствие калиевого полевого шпата в породе. Малое содержание получено и для компонентов, составляющих темноцветные минералы.

Кератофиры характеризуются различными оттенками и порфи-  
ровой, а иногда и афировой структурой.

Под микроскопом в некоторых разностях выявляется микрогранофи-  
ровая, литоидитовая, трахитовая и сферолитовая структуры.

При наличии вкрапленных выделений кварца со скелетной формой  
порода относится к кварцевым кератофирам.

Полевой шпат относится к альбиту, кристаллики которого вытянуты в  
направлении (100). Для них характерны двойники по альбитовому и  
периклиновому законам. Присутствуют также ортоклаз и анортклаз.  
Полевые шпаты частично пелитизированы, серицитизированы и хлорити-  
зированы.

Темноцветных минералов (роговая обманка, биотит и др.) мало.

Химический анализ кварцевого кератофира представляется в следую-  
щем виде (табл. 4).

Таблица 4

Порода Компоненты	Кератофир		Альбитофир	
	вес. %	мол. кол.	вес. %	мол. кол.
SiO <sub>2</sub>	75,12	1,250	63,15	0,051
TiO <sub>2</sub>	0,11	0,001	0,22	0,003
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,03	0,127	18,88	0,185
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,98	0,006	2,80	0,017
FeO	0,66	0,008	2,51	0,035
CaO	0,52	0,009	1,23	0,022
MgO	0,70	0,017	2,28	0,056
MnO	0,10	0,001	нет	—
Na <sub>2</sub> O	3,71	0,060	4,82	—
K <sub>2</sub> O	3,62	0,038	0,06	0,051
SO <sub>3</sub>	0,20	0,003	0,22	0,003
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	нет	—
H <sub>2</sub> O <sub>-110°</sub>	0,51	0,028	0,78	0,041
П. п. п.	1,73	—	2,62	—
Сумма	100,59	—	99,57	—

Кварцевые альбитофиры широко распространены среди юрской  
толщи бассейна р. Кюракчай. Они образуют крупные массивы с матраце-  
видной отдельностью. По периферии массивы приобретают брекчиевид-  
ный характер. Породы плотного сложения, зеленоватого или зеленовато-  
серого цвета. Порфиновыми выделениями являются плагиоклазы, размер  
которых достигает 0,2 мм.

Под микроскопом выделяется микролитовая или фельзитовая основ-  
ная масса. Последняя в некоторой степени изменена — хлоритизирова-  
на, а минералы разбиты трещинками, в которых нередко располагается  
кальцит. Отношение вкрапленников к основной массе примерно 1 : 5  
или 1 : 6.

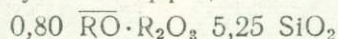
Плагиоклаз — в виде лейст и коротких табличек с двойниковой  
структурой. Он участками замещается кальцитом, хлоритом и серицитом.  
По углу симметричного погасания минерал относится к андезину с 35—  
42% Ап. Кварца в породе мало, но он принимает участие в составе ос-  
новной массы. Обычно он образует мелкие, неправильной формы кри-  
сталлики.

Из темноцветных минералов присутствует амфибол, который, однако, в большинстве случаев замещен вторичными минералами, в частности хлоритом. Хлоритизация темноцветных минералов сопровождается образованием вторичных рудных минералов. Присутствует также пирит в виде мелких кристалликов или агрегата. Местами можно наблюдать зерна пирита, имеющие правильные геометрические очертания и включающие в себя кристаллики плагиоклаза с полисинтетической структурой. Как известно, кристаллизационная способность пирита весьма высока.

В брекчиевых разностях кварцевых альбитофиров с такситовой структурой отдельные участки шлифа хлоритизированы и этим резко отличаются от остальной массы.

В таблице 4 приведен химический анализ кварцевого альбитофира (обр. № 2313) из Кечикаясы, близ Азгиллинского проявления серного колчедана.

Магматическая формула и коэффициент по Ф. Ю. Левинсон-Лессингу:



$$\alpha = 2,76$$

$$R_2O : RO = 1 : 2,21$$

#### ТУФОГЕННЫЕ ПОРОДЫ КВАРЦЕВЫХ ПОРФИРОВ

Туфогенные породы кварцевых порфиров встречаются между первой и второй фазами извержения кислой магмы. По сути дела, они позволяют расчленить толщу кварцевых порфиров на верхние и нижние пачки. Среди этих туфогенных пород у западной окраины сел. Тоганалы нами найдена фауна (рис. 14). Подобные туфогенные породы встречены, кроме того, и в ряде мест в бассейне р. Кюракчай, в частности они прослеживаются в направлении сс. Азгиллы, Аджиакперли, рудника Чирагидзор и на других участках.

Туфогенные породы в толще кварцевых порфиров отмечались геологами в различных районах северо-восточной части Малого Кавказа. К. Н. Паффенгольц указывает туфы кварцевых порфиров в Кедабекском районе, где они залегают приблизительно посередине толщи кварцевых порфиров. Он считает, что они не могут являться стратиграфическим горизонтом. Туфы кварцевых порфиров встречены также П. С. Бернштейном по Дзегамчаю и Ш. А. Азизбековым по Човдарчаю, Шамхорчаю и Джагирчаю. Таким образом, туфы и туфобрекчии кварцевых порфиров имеют широкое распространение. Этот факт не может быть оставлен без должного внимания. Однако они залегают прерывистыми участками различной мощности. Местами мощность их превышает 30 м (в нижнем течении р. Тоганалычай), или уменьшается до 2—3 м (в северо-западной части). Иногда же они полностью выклиниваются, чтобы снова появиться по р. Чирагидзор, и т. д. По наблюдениям Г. И. Керимова и Э. Ш. Шихалибейли, горизонт туфоконгломератов кварцевых порфиров узкой полосой обнажается по правому берегу ущелья Ниуимфдзор, затем после некоторого перерыва они опять появляются на левом склоне ущелья Ксюшин Лог и далее.

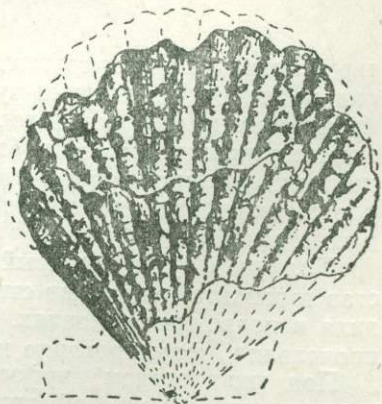


Рис. 14. *Chlamys ex gr. Dewalquei* О р р., найденный среди туфогенных пород кварцевых порфиров у западной окраины сел. Тоганалы (натуральная величина)

Литологический состав этих туфогенных пород меняется как по мощности, так и по простиранию. Кроме туфов и туфобрекчий среди них встречаются туфоконгломераты и туфопесчаники.

Кварцпорфировые туфогенные породы имеют сложный характер. В нижней части их горизонта у сел. Тоганалы располагаются туфы с мелкозернистым строением (туфопесчаники) с более крупными и частыми выделениями кварца (рис. 15); они имеют несколько песчанистый харак-

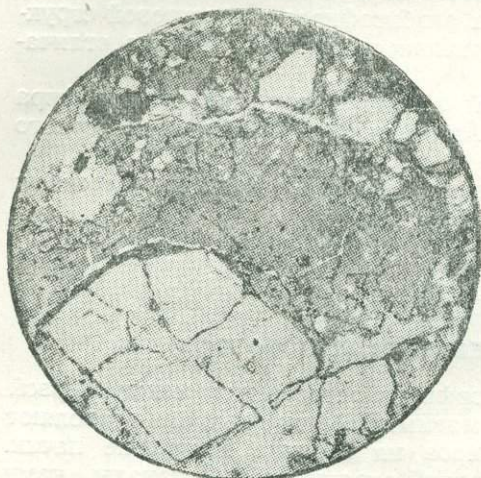


Рис. 15. Кварцевая туфобрекчия с включением катаклазированного кварца. Вокруг последнего видны каемки из вторичных образований



Рис. 16. Кварцпорфировый туф с флюидальной основной массой, характеризующейся мелкой кристаллическостью (до фельзитового облика). Она как бы обтекает кварцевые зерна, которые имеют форму резорбированных кристаллов. Черные включения в виде частых квадратиков (граней кубиков) или точечных и ленточных образований относятся к пириту

тер и легко дезинтегрируются. Цвет породы — желтовато-серый. Выше они переходят в типичные туфобрекчии кварцевых порфиров, в которых брекчиевые включения доходят до 0,25 см и больше. Затем брекчиеванность принимает опять более тонкозернистый характер. Азимут падения описываемого горизонта здесь СЗ 300°. На данном участке встречается экструзия кварцевого диорит-порфирита и обилие даек диабазовых порфиритов.

Наличие фауны, слоистый характер образования и литологический состав горизонта позволяют считать, что эруптивная деятельность происходила в подводных условиях. Нужно полагать, что в этих же условиях происходило формирование и кварцевых порфиров.

Под микроскопом туфогенные породы характеризуются порфирукластической такситовой структурой. Главная масса породы состоит из кварц-каолинового и кальцит-хлоритового вещества. В некоторых шлифах количество последнего уменьшается. Присутствует также и стекловатая масса. Часто структура основной массы фельзитовая или флюидальная. В этих случаях включения обволакиваются потоком главной массы породы с ориентированными кристалликами полевого шпата и кварца (рис. 16, 17 и 18). В этой массе, наряду с минералами, принимают участие и микрообломки пород.

Полевые шпаты обычно замещены вторичными продуктами — пелитом, кальцитом и хлоритом. По отношению к плагиоклазу ортоклаз имеет подчиненное значение. В сохранившихся участках удается опре-

делить (в частности, по светопреломлению) природу первичного минерала—плагноклаз это или ортоклаз. Последний обычно бывает интенсивно пелитизированным.

Кварца по содержанию больше, чем полевых шпатов. Он образует зерна разной величины, в большинстве случаев корродированные. Встречаются зерна угловатые, остроконечные, реже они сохраняют кристаллографическое очертание. Некоторые зерна разбиты трещинами, которые заполнены хлоритизированным и кальцитизированным веществом с включением рудных минералов пылевидного характера. В некоторых шлифах имеется вторичный кварц, который также заполняет трещинки первичного кварца.

Кальцит обычно образует псевдоморфозы замещения по полевым шпатам как вкрапленников, так и основной массы. Иногда он образует концентрические овальные зерна с характерным адсорбционным эффектом. В основной массе кальцит располагается в виде скопления мельчайших зерен.

Хлорит также замещает полевые шпаты, очень часто образуя полную псевдоморфозу по ним. Он относится к пеннину. В шлифе прозрачный, бесцветный, изотропный или со слабым двупреломлением, имеет синеватую окраску и чешуйчатое строение. Встречается хлорит типа делессита с лучистым строением. Он обуславливает зеленоватую окраску породы.

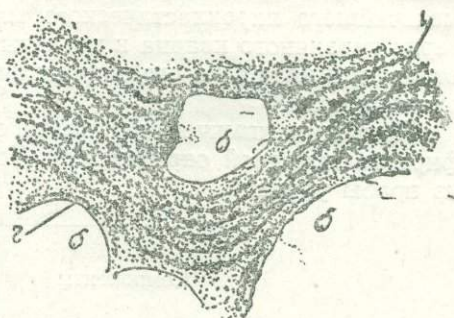


Рис. 17

1—кальцитовая основная масса; 2—кварц

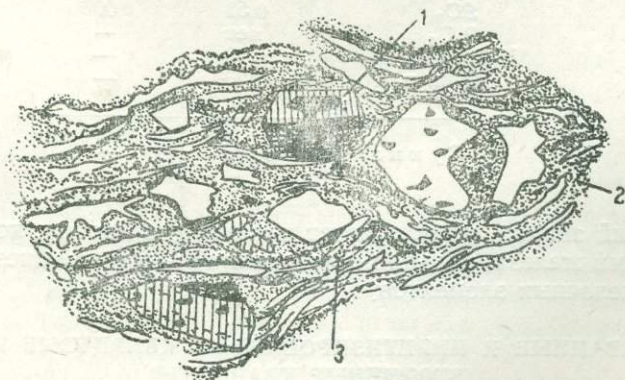


Рис. 18

1—плагноклаз; 2—кварц; 3—основная масса

Измененное туфовое вещество обычно имеет вид пылевидных образований, придающих породе серовато-белый цвет. В шлифе оно серое, слабо действующее на поляризованный свет. Встречаются буроватые чешуйки каолинита и разложившаяся стекловатая масса.

Из аксессуаров присутствуют в малом количестве апатит и магнетит, обычно в единичных зернах.

Обломки пород представлены порфиридами с порфировой структурой, фельзитовой и гранофидовой основной массой. Некоторые обломки значительно каолинизированы и слабо действуют на поляризованный свет.

Туфы кварцевых порфиров встречены скважинами и в Тоганалинском месторождении, где они при воздействии рудообразующих процессов изменены. Однако в отношении содержания пирита даже в рудном поле они уступают материнским кварцевым порфирам. Туфы здесь маломощны и часто выклиниваются на небольшом участке.

По сравнению с описанными выше туфами они здесь гидротермально метаморфизованы. Порода серого цвета, но в большинстве случаев окрашена гидроокисью железа. Основная масса литоидитовая, состоящая из мельчайшего пирокластического материала, среди которого выделяются зерна первичного кварца и реликты полевых шпатов. В них встречается и вторичный кварц, но его значительно меньше, чем в типичных кварцитах рудного поля.

Приводим химический анализ одного образца туфа кварцевого порфира из западной окраины сел. Тоганалы (табл. 5). Кристаллы кварца из пробы удалены.

Таблица 5

Компоненты	Вес. %	Мол. кол.
SiO <sub>2</sub>	53,31	0,8888
TiO <sub>2</sub>	0,06	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,26	0,188
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,2	0,051
FeO	0,29	0,004
CaO	9,84	0,176
MgO	2,94	0,073
MnO	нет	—
Na <sub>2</sub> O	0,82	0,013
K <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,34	0,003
SO <sub>3</sub>	0,51	0,006
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	нет	—
H <sub>2</sub> O-110°	0,43	—
П. п. п.	4,20	—
Сумма	100,33	—

Химический анализ характеризует измененную породу, которая обогащена окислами железа, кальция и алюминия за счет кремнезема и выщелачивания щелочных элементов.

#### ОКВАРЦОВАННЫЕ И ПИРИТИЗИРОВАННЫЕ КВАРЦЕВЫЕ ПОРФИРЫ (ВТОРИЧНЫЕ КВАРЦИТЫ)

Интересная картина метаморфизма кварцевых порфиров наблюдается на Тоганалинском месторождении. До глубины 160 м, вскрытой буровыми скважинами и частично прослеживаемой по естественным обнажениям, имеется возможность установить постепенное изменение кварцевых порфиров. Как отмечалось выше, в нижней части толщи они мало изменены, слабо окварцованы. Степень их метаморфизации и оруденения увеличивается в верхней части толщи, где порода представлена типичными вторичными кварцитами с различной концентрацией руды. Это хорошо иллюстрируется блок-диаграммой, помещенной ниже.

В окварцевании и пиритизации исключительную роль играли метасоматические процессы, о чем свидетельствуют структурные соотношения минеральных ассоциаций.

В зависимости от характера изменения различаются вторичные кварциты с наибольшей каолинизацией, а также обогащенные гидроокисью железа. Вследствие этого они имеют соответствующие окраски — от белесовато-серой до розовой и буро-красной.

Под микроскопом прежде всего отмечается порфиробластическая структура с реликтами весьма причудливых форм вкрапленников (порфиробластов) кварца. Характерными для описываемых вторичных кварцитов являются гетеробластическая и гранобластическая структуры. Иногда встречается и сферолитовая структура. Основная масса породы характеризуется не только зернистой, но и крипнокристаллической формой и состоит, главным образом, из кварцево-каолиновых частиц.

Для иллюстрации процентного соотношения вкрапленных минералов и основной массы в метасоматизированных кварцевых порфирах при водном следующим таблицу подсчета минералов сетчатым окуляр-микрометром (табл. 6).

Таблица 6

№ шлифа и местонаход.	2117	2206	2137 (с.в. № 17, глуб. 103 м)	2267	2271 (у шт. № 2)	2284	2285	1800 (шт. № 4, глуб. 40 м)
Компоненты								
Основная масса	84,3	67,5	78,6	73,4	90,3	78,4	90,5	84,0
Кварц	5,3	9,5	12,3	13,0	2,8	12,6	5,2	12,2
Реликты плагиоклаза	1,3	5,2	3,6	4,1	2,8	1,1	1,0	не ясны
Реликты ортоклаза	6,5	11,4	4,2	6,9	2,0	3,4	1,2	не ясно
Аксессуарные минералы	0,5	0,3	—	0,5	0,2	1,0	0,2	—

Этот подсчет показывает примерное соотношение вкрапленников, так как большинство указанных минералов участвует в условно названной основной массе, состоящей преимущественно из кварца и каолина. Нами также были подобраны для количественно-минералогического подсчета шлифы вторичных кварцитов с малым содержанием рудных минералов.

В сравнительно менее измененных кварцевых порфирах, кроме первичного кварца и двух последующих его генераций, встречаются каолиновые минералы, рудные минералы (пирит, магнетит, титано-магнетит, железная слюдка, лимонит), хлорит, эпидот и цоизит. В сравнительно менее метасоматизированных кварцевых порфирах, в особенности в гилсометрически нижней части толщи месторождения, фиксируется плагиоклаз и ортоклаз или их реликты.

Во вторичных кварцитах кварц, в зависимости от соотношения с другими вторичными минералами, занимает около 70—90% породы. Содержание порфиробластов первичного кварца составляет от 5 до 13%.

Первичный или реликтовый кварц представлен крупными формами (рис. 19), изучение которых представляет определенный интерес. Как известно из литературы, возникновение подобных форм в кварцевых порфирах объяснялось коррозией, однако исследования Г. Г. Леммлейна

показали, что причина этого кроется также в скелетном росте кристаллов кварца. Для них характерны причудливо-извилистые контуры, изометрические или овальные формы, причем геометрические очертания часто сохраняются. Реликтовые зерна кварца в силу динамических явлений катаклазированы и разбиты на оптически одинаково ориентированные мелкие кусочки или интенсивно трещиноваты (рис. 20). В этих трещинах образуются прожилки вторичного кварца, представленного мельчайшими агрегатами зерен. Иногда этот минерал сопровождается каолиновым веществом.

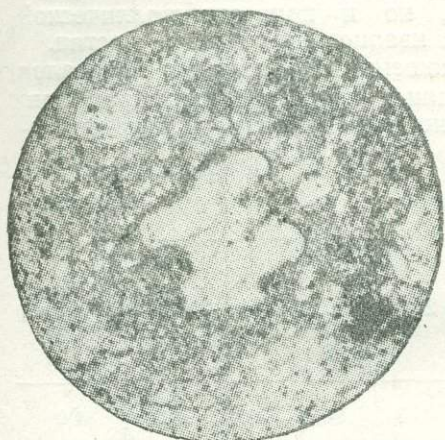


Рис. 19. Корродированный вкрапленник кварца во вторичном кварците. Виден вкрапленник пирита в кварце. Основная масса состоит из мелкого вторичного кварца и глинистого вещества. В нем рассеян точечный пирит в форме кубических кристалликов.

Ув. 25. Николи+



Рис. 20. Катаклазированный вкрапленник кварца в кварцованном кварцевом порфире. Все кусочки относятся к одному крупному кристаллу. Трещины пронзаны вторичным кварцем и каолином с мелкими включениями пирита.

Ув. 25. Николи+

Подобный характер имеют корродированные участки или скелетные пространства в рудных минералах, преимущественно в пиритах.

Вокруг порфиробластов наблюдается оторочка вторичного кварца (рис. 21) и каолинового вещества, слабо действующего на поляризованный свет. Местами оторочки чередуются: вторичный кварц—каолиновые частицы и опять вторичный кварц. Нередко порфиробласты по периферии мелко гранулированы и резорбированы (рис. 22). Не лишено интереса нахождение внутри реликтового кварца мелких вкрапленников первичных руд в изометрических формах, в виде цепочек и пылевидных агрегатов. Изредка встречаются зерна апатита. Наблюдаются также включения газа или жидкостей, которые имеют изометрическую или овальную форму, темными и резкими по периферии, что объясняется значительной разницей в светопреломлении.

В ряде шлифов в кварцах нами обнаружен зуннит, описание которого приводится ниже.

Вторичный кварц образует мелкие сросшиеся кристаллики различного размера—от субмикроскопических до 1 мм, чем и объясняется криптокристаллическая, мозаичная или мостовидная структура. В отдельных шлифах встречается изометрическая форма вторичного кварца—сфероидальные кварцы. Нередко в таких кристалликах наблюдается секториальное расположение зерен с лучистым, скользящим погасанием.

Вторичные кварцы, помимо ксеноморфного расположения, отличаются от реликтового кварца «загрязненной» поверхностью. Часто

внутри вторичных кварцевых зерен или агрегатов можно обнаружить слабо действующие на поляризованный свет пелитовые частицы. Это особенно касается сфероидальных вторичных кварцев.

Вторичные кварцевые агрегаты пронизываются прожилками кварца, что позволяет отметить последующую (вторую) генерацию вторичного кварца, которая оторочкой располагается вокруг ранее образованных зерен.

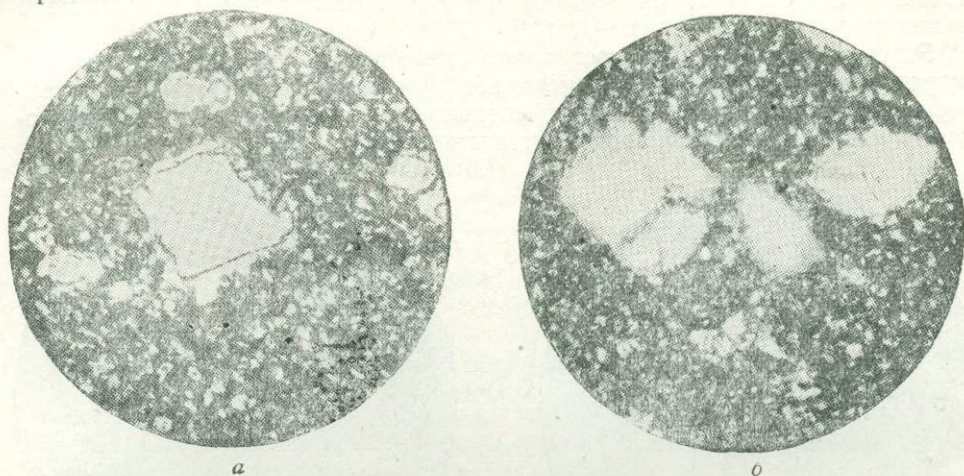


Рис. 21. Вторичный кварцит с мелкими вкраплениями пирита. Основная масса состоит из вторичного кварца и глинистого вещества. Вкрапленники первичного кварца материнских кварцевых порфиров обросли каймой (венчиком вторичного кварца)

*a*—шлиф № 2092 из скв. № 15;  
*б*—шлиф № 2104 из скв. № 16

Ув. 25. Николи+

Вторичные кварцы и каолиновые и пелитовые частицы, резко перемежаясь, составляют фон основной массы породы. Пелитовые участки последней слабо действуют на поляризованный свет. В тех участках,

Рис. 22. Корродированные формы вкрапленного первичного кварца. Периферическая часть их частично резорбирована и обросла венчиком из вторичных минералов, в том числе и точечным пиритом. В верхнем фенокристалле располагается кристаллик зуннита с включением пирита. В нижнем кристалле—включение раннего кальцита с кристаллографическим облик.

1—кварц; 2—зуннит с включением; 3—включение кальцита в кварце



где можно усмотреть мелкочешуйчатые агрегаты, они при большом увеличении определяются как относящиеся к каолиновой группе минералов. Они обычно замещают полевые шпаты, в реликтах которых встречаются серицит и кальцит, а иногда и альбит, реже хлорит.

Серицитизация, кальцитизация, альбитизация, хлоритизация и отчасти каолинизация развиваются преимущественно по плагиоклазам, пелитизация же главным образом по калиевым полевым шпатам. Таким образом, распределение этих минералов и их количественное соотношение во вторичных кварцитах месторождения зависят от петрохимических особенностей породы, глубины залегания и интенсивности изменения ее. Что касается окварцевания, то этот процесс в равной мере касается обоих минералов.

Эпидот (клиноцоизит) составляет небольшой процент породы. Он встречается в виде мелких кристаллов призматической формы с характерной супернормальной интерференционной окраской. В нем наблюдается слабый плеохроизм в желтоватых тонах.



Рис. 23. Густая вкрапленность пирита во вторичном кварците. По облик можно усмотреть грани пентагонального додекаэдра

Ув. 36. Николи+

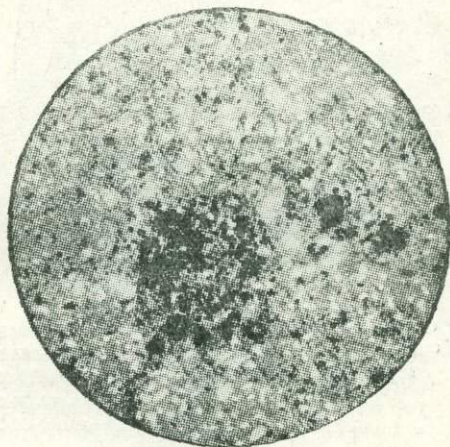


Рис. 24. Спор дический характер распределения вкрапленного пирита с участками значительно обогащенного агрегата его во вторичном кварците

Что касается других вторичных минералов, то они, кроме неравномерного рассеивания по всей массе породы, встречаются и в прожилках. В частности, такой характер имеет кальцит, находящийся также в реликтах плагиоклазов. Серицит мелкими чешуйками с высокой интерференционной окраской образует в некоторых шлифах большие скопления. Хлорита сравнительно мало. Он зеленоватый или зеленовато-бурый, с низким двойным лучепреломлением или лучистым, скользящим погасанием.

Каолиново-пелитовые частицы имеют серую или серовато-бурю окраску. Местами интенсивность окраски обуславливается содержанием гидроокиси железа. Альбитовые частицы в полевых шпатах сопровождаются мелкими агрегатами вторичного кварца.

Интересно отметить мелкие вкрапления зунита, приуроченные обычно к зернам кварца. Минерал имеет изометрическую форму или вид ромбиков с притупленными вершинами. Цвет его розоватый, в скрещенных николях изотропный. Иногда наблюдается слабая анизотропия, что объясняется катакластическими явлениями. Светопреломление его ниже, чем у кварца. Часто в зуните можно видеть тонкие вкрапления, повидимому, рудного минерала.

Как отмечалось выше, полевые шпаты зачастую настолько изменены, что определить их точно федоровским методом не удастся. Но по реликтам имеется возможность отличить ортоклаз и плагиоклаз. В более глубоких зонах очертания и оптический характер их выражены сравни-

тельно четко. Вкрапленники ортоклаза имеют неправильную форму или образуют вытянутые лейсты. Иногда в них можно наблюдать карлсбадские и бавенские двойники, которые часто затушевываются пелитовыми частицами. Светопреломление его ниже, чем у канадского балтама. Наблюдается также раздробленность и разъедание зерен вторичными образованиями. В них можно встретить мелкие листочки железной слюдки или пылевидный рудный минерал.

Плагноклазы обычно широкопластинчатые, со слабо выраженной полисинтетической структурой. Вследствие интенсивной каолинизации и пронизывания гидроокислами железа минерал часто имеет грязносерый или буроватый оттенок.

Среди кварцитов, в особенности у штолен № 2 и 3, нами обнаружены барит, пирофиллит, галлуазит и др.

Последние два минерала в виде порошка заполняют пустоты или находятся в прожилках.

Рудный минерал во вторичных кварцитах находится в виде вкрапленений, тонких коротких прожилков или же заполняет пустоты (рис. 23, 24). Среди них в отраженном свете установлены пирит, халькопирит, борнит, магнетит, гематит (и железная слюдка), титано-магнетит и др., а из вторичных — лимонит, ковеллин, халькозин и др. Распределение их по всей толще неравномерное. Характер изменения количества рудных минералов иллюстрируется блок-диаграммой. Характер вкрапления также различный: густовкрапленный, слабовыраженный, спорадический и пылевидный. Нередко в одном шлифе можно видеть все эти формы. Лимонитизация пирита местами интенсивная, вследствие чего основная масса породы окрашивается или пронизывается лимонитом.

## ХАРАКТЕРИСТИКА МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА РУД ТОГНАЛИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Распределение ведущих элементов в рудной зоне вполне соответствует количественному соотношению минералов в окварцованных кварцевых порфирах. Химический состав руд в отношении как основных, так и малых элементов определяется физико-химическими условиями, имевшими место при формировании руд, которые предопределяют геохимический характер процесса рудообразования. Этими условиями определяются кристаллохимические особенности минералов руд, следовательно, вхождение того или иного элемента в их решетку. В тесной зависимости от этого должна находиться и группировка геохимически родственных элементов.

В толще окварцованных кварцевых порфиров оруденение распределено неравномерно. Оно наиболее интенсивно проявилось в периферических частях толщи, особенно в области субвулканической фазы кислой магмы.

Рассматривая характер распределения колчеданов, которые в данном месторождении на 95% состоят из пирита, наиболее точными следует считать анализы проб на серу по скважинам. Согласно имеющимся пяти химическим анализам чистых пиритов Тогналинского месторождения примерное соотношение железа и серы (в %) — 47 : 53. Поэтому приведенные графики распределения серы по скважинам могут одновременно иллюстрировать характер изменения количества пирита по глубине.

Данные химических анализов показывают, что содержание пирита, приуроченного к периферической части кварцевых порфиров, в пределах этой зоны сильно колеблется. С глубиной содержание серы заметно уменьшается.

Содержание серы с глубиной уменьшается, колеблясь в небольших пределах. Иногда эти колебания бывают очень резкими, например, в

скв. № 20, где через каждые несколько метров содержание серы изменяется от 3 до 46%. Однако в наиболее глубокой части оруденение все же становится убогим. В ряде скважин (№ 11, 17, 60) наблюдается обратная картина: у кровли кварцевого порфира оруденение слабое, затем оно повышается, а глубже опять уменьшается. Это характерно для всего месторождения.

Эта особенность важна и с генетической точки зрения колчеданов, поскольку она отрицает «экранирующую» роль покровных вулканогенных пород.

Кристаллографический облик (пентагональный додекаэдр, куб) и метакolloидная (колломорфная) структура соответствуют определенным генерациям (фазам) и могут являться указанием на условия образования пиритов. Колломорфные структуры свидетельствуют о том, что при формировании сульфидного оруденения имели место коллоидные растворы. Этим также объясняются некоторые формы образования вторичного кварца (оторочки, венчики и т. п.).

Химический состав руды резко меняется в зависимости от степени оруденения и окварцевания. Поэтому, говоря о характере руды, следует иметь в виду принадлежность ее к типу или зоне оруденения. В качестве примера приводим три химических анализа (в вес. %) различных типов оруденения в окварцованных кварцевых порфирах (табл. 7).

Таблица 7

Окислы	I	II	III
SiO <sub>2</sub>	43,46	65,28	85,94
TiO <sub>2</sub>	0,19	0,25	н т
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,06	4,04	5,08
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	30,29	14,03	0,66
FeO	—	—	0,60
MnO	0,20	0,30	0,72
CaO	0,20	1,55	1,34
MnO	следы	—	нет
Na <sub>2</sub> O	—	2,50	0,92
K <sub>2</sub> O	—	0,40	0,14
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	—
S	20,02	12,50	0,60
As	0,05	—	—
Cu	0,30	—	—
Zn	следы	—	—
Pb	„	—	—
Co	„	—	—
Mo	„	—	—
H <sub>2</sub> O—110°	—	—	0,48
H <sub>2</sub> O—110°	—	—	3,00
Сумма	100,67	100,80	99,48

I — окварцованный кварцевый порфир с богатым вкрапленным типом оруденения.

II — окварцованный кварцевый порфир с бедным рассеянным характером оруденения.

III — вторичный безрудный кварцит.

Стадии оруденения и минералогический состав руд Тоганалинского месторождения иллюстрируются следующей схемой.

Внедрение кварцевого — из первичных минералов присутствует кварц. порфира

- Процесс оруденения — две последующие генерации кварца и пирита в следующем порядке: кварц, затем пирит второй генерации и из коллоидных растворов.
- Процесс метасоматоза кварцевых порфиров — совпадает с началом рудообразования. В этих условиях участками спорадически образуются гематит, магнетит и еще реже — титано-магнетит, возможно, первичный среди кварцевых порфиров. Процесс характеризуется каолинизацией, хлоритизацией, серицитизацией, альбитизацией и окварцеванием полевошпатовой части породы и других минералов. Он сопровождается привнесом кремнезема наряду с рудными компонентами в термальную фазу. В конечной стадии процесса образуется пирит, галенит, пиррофиллит, кальцит.
- Гипергенная фаза — лимонит, малахит, азурит, кальцит, гипс.

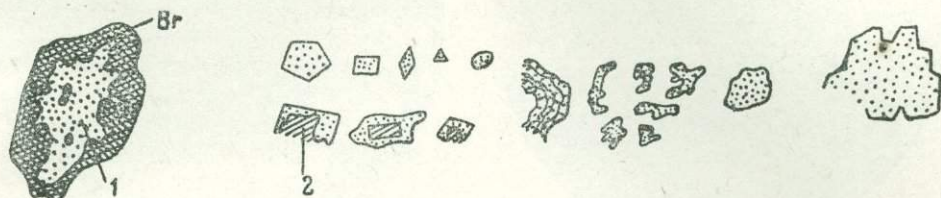


Рис. 25. Различные формы проявления пиритов во вторичных кварцитах Тоганалинского месторождения. Видны грани кристаллов, причудливые, корродированные, скелетные формы, зональные структуры колломорфных образований и др.

1—пирит; 2—магнетит

Из этого перечня минералов для рудного поля месторождения наиболее характерны кварц, пирит, каолин, хлорит, серицит. В малых количествах присутствуют: халькопирит, борнит, тетраэдрит, барит. Участками спорадически встречаются: гематит, магнетит, сфалерит, галенит.

Данному соотношению минералов соответствует и содержание ведущих элементов, которым подчинены характеризующие ниже малые и редкие элементы.

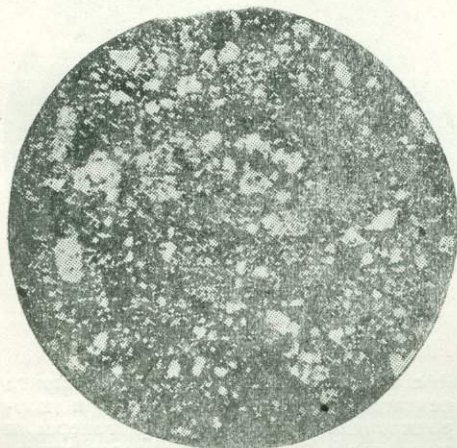


Рис. 26. Аншлиф. Густая вкрапленность (белое) пирита различных размеров—от микроскопических до более крупных—во вторичном кварците

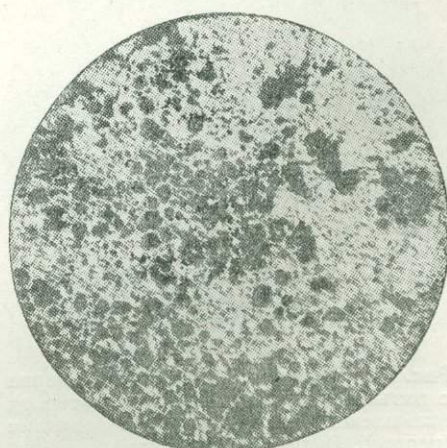


Рис. 27. Аншлиф. Структура субграфического замещения пирита первой генерации (белое) вторичным кварцем (черное)

Переходим к краткому описанию минералов руд и их структурных соотношений.

Пирит, составляющий существенную часть месторождения, характеризуется различными морфологическими особенностями, что важно с

точки зрения выяснения генетического типа и последовательности образования минералов. Сплошная рудная масса пирита при микроскопическом исследовании представляет собой мелкозернистый агрегат.

Размеры зерен пирита достигают 3 мм (в отдельных случаях—5 мм), а в мелких разностях — 0,01 мм. Преобладают зерна в 0,5 мм. Пирита

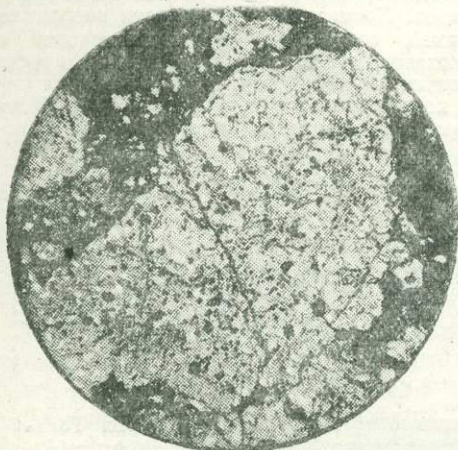


Рис. 28. Аншлиф. Корродированный (ячеистый) и трещиноватый (белый) пирит первой генерации с тонкой каемкой пирита второй генерации

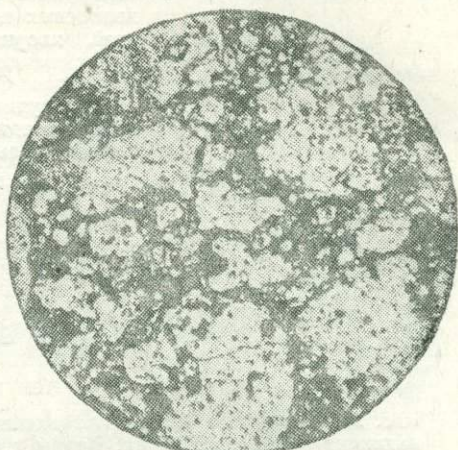


Рис. 29. Пирит первой генерации (светлое), изъеден кварцем второй генерации (черное). Поверхность пирита испещрена

с ясными кристаллографическими очертаниями, по сравнению с Чирагидзором, значительно меньше. В аншлифе он характеризуется эвгедральной формой со шейсово-желтым цветом и шероховатой поверхностью. Твердость его — около 6. Кристаллики пирита густо концентрируются

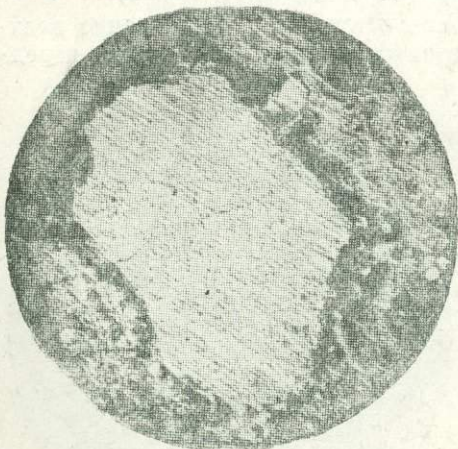


Рис. 30. Аншлиф. Фенокристалл кварца с разъеденными краями (светлосерое), окаймленный вторичными продуктами (черное). Видны мелкие включения пирита

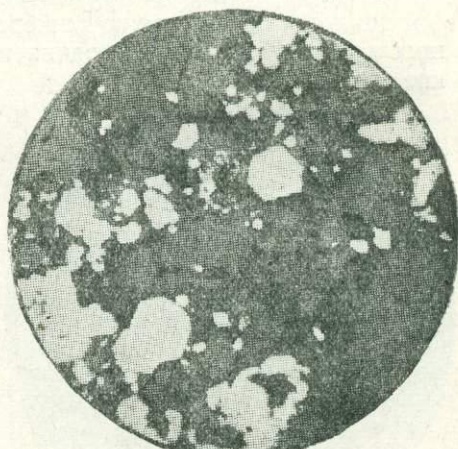


Рис. 31. Аншлиф. Кристаллы пирита пентагонального облика (белое) и корродированный кварц первой генерации (темносерое). Черное—пелитовая масса

вдоль слабо корродированных граней кварца, как бы проникая в него; иногда можно наблюдать отдельные включения пирита внутри первичного кварца. Обычно пирит сопровождается минералами, образованные в процессе метасоматоза.

Кварц корродирует пирит с образованием сложных структур субграфического замещения.

Крупные зерна пирита разбиты волосными трещинками. Иногда в них наблюдается прекрасно выраженная структура дробления. Нередко сплошные поля пирита разбиты густой сетью волосных трещин, в которые проникают вторичные продукты. Интересно, что густое насыщение пирита не характеризует обычный тип вкрапления. Преобладающими

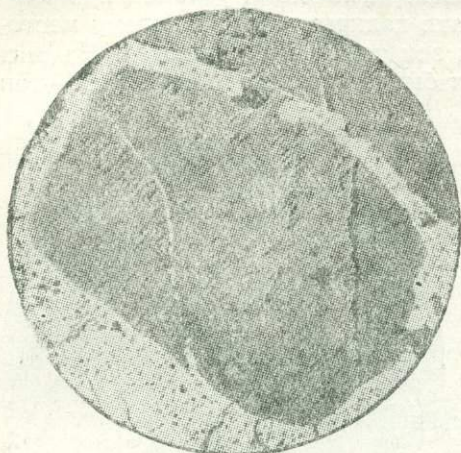


Рис. 32. Аншлиф. Эвгдральный фенокристалл кварца (серое) в пирите (белое). Вокруг кварца видна тонкая реакционная кайма. Трещинки заполнены пиритом (белые прожилки)

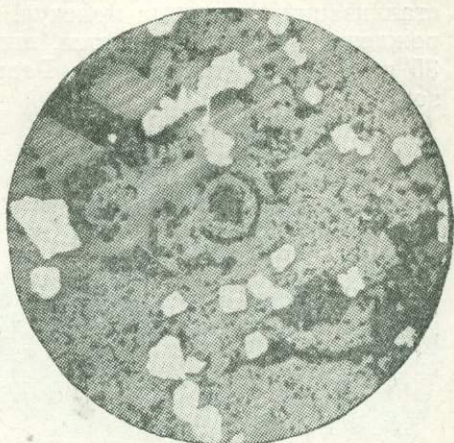


Рис. 33. Аншлиф. Вкрапленность пирита (белое) в кварце первой генерации (серое поле). Кристаллы пирита с кубическим обликом

формами являются высокотемпературные модификации пирита — пентагональный додекаэдр и сравнительно реже — кубическая форма. По сравнению с Чирагидзорским месторождением, в Тоганалах пирит в друзах встречается значительно реже. Кристаллики его изометрические или

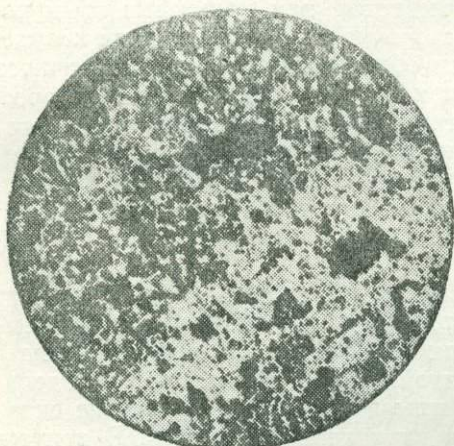


Рис. 34. Аншлиф. пирит первой генерации замещен кварцем второй генерации, реже магнетитом

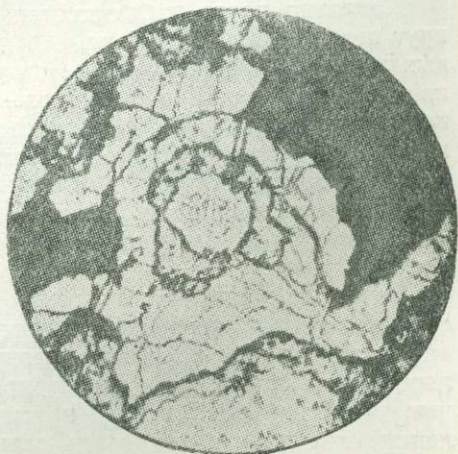


Рис. 35. Аншлиф. Коломорфный пирит первой генерации (белое поле) с прожилками галлуазита

причудливо изрезанные (корродированные) по периферии, лоскутно изорванные (рис. 25). Часто вторая генерация его окаймляет вторичный кварц, образуя кольцевую форму, или субграфически сростается с ним. Нередко от него остается краевая зона, а середина замещается лимонитом. Вокруг первой генерации пирита можно наблюдать каймку того же минерала второй генерации. Во взаимоотношении с рудными минера-

лами, в особенности с халькопиритом, появляется петельчатая структура. Нередко наблюдается зональное нарастание пирита, в прожилках которого располагается галлуазит или пелитовые образования (рис. 26—37).

Зональный характер пирита интересен с точки зрения фазового анализа. Он указывает на изменение физико-химических условий при кристаллизации пиритовых молекул. Однако количество зон по всему месторождению не выдерживается, ширина зон также неодинаковая. На рис. 35 ясно видны четыре зоны. Редко их бывает больше, обычно две—три зоны.

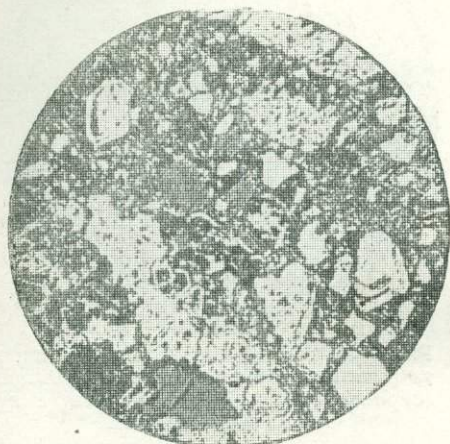


Рис. 36. Аншлиф. Брекчиевидная метакolloидная структура пирита (белое)

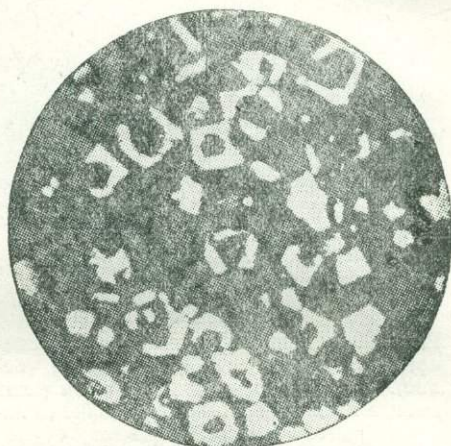


Рис. 37. Аншлиф. Структура замещения пирита (кольцевая форма) первой генерации (белое) вторичным кварцем, лимонитом, магнетитом (черное)

Довольно часто наблюдаются прерывистые или кольцевые зоны вокруг пелитовых частиц (рис. 37) или оторочка вокруг первичных кварцевых зерен. Нередко подобные оторочки образуются и вокруг вторичного кварца. Зональность ясно выявляется при травлении щелочным раствором перманганата и  $\text{HNO}_3$ . Иногда отмечается слоистое строение типа метакolloидной структуры. Встречается пирит также в форме брекчиевидной метакolloидной структуры. В первой генерации пирита можно наблюдать и прожилки вторичного кварца. Под микроскопом различается пирит (границы его) в форме пентагончиков, шестигранников, квадратов, ромбов, треугольников.

Зачастую в густо вкрапленных местах наблюдаются окрашенные участки, где вокруг кристалликов пирита располагается колломорфная каемка, которая затем принимает гранулярный характер. Каемка ясно выделяется при травлении концентрированной  $\text{HNO}_3$ . Наблюдаются отдельные участки светлосерого и красного яшмовидного (хлопьевидные скопления) кварца с одиночными мелкими вкраплениями пирита. В данном случае, очевидно, имела место кристаллизация геля  $\text{FeS}_2$ , обусловившая колломорфное строение пирита.

Судя по структурным соотношениям, обнаруживаются две генерации пирита: первая образовалась до вторичного кварца или сопровождается его, а поздняя выкристаллизовалась после вторичного кварца.

Этими типами характеризуются различные особенности проявления пиритов, например, их кристаллографические формы и вообще морфология этого минерала в рудной массе, а также их взаимоотношения с другими рудными и нерудными минералами.

Химическими анализами в наших пробах мелкозернистого пирита из Тоганалинского месторождения определены следующие соотношения железа и серы (табл. 8).

Таблица 8

Место взятия пробы	Железо в %	Сера в %
Штольня № 3	46,67	51,03
Рассечка шт. № 3	45,55	48,66
Скв. № 15	45,70	52,48

Содержание остальных элементов ничтожное, но, вместе с тем, вхождение их в состав минерала в том или ином количестве связано со структурными и генетическими особенностями серного колчедана. Цинк и медь в пирите находятся в составе эмульсионно включенных минералов, селен

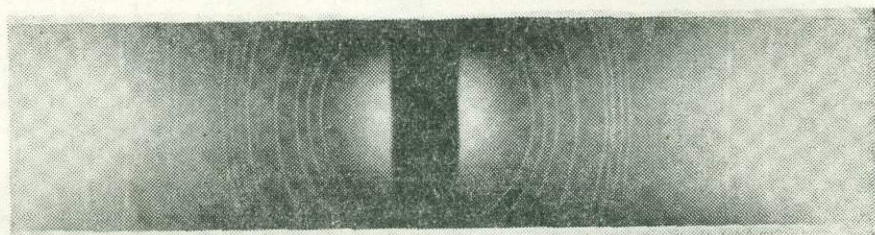


Рис. 38. Рентгенограмма № 9-12/п пирита в форме пентагонального додекаэдра из Тоганалинского месторождения

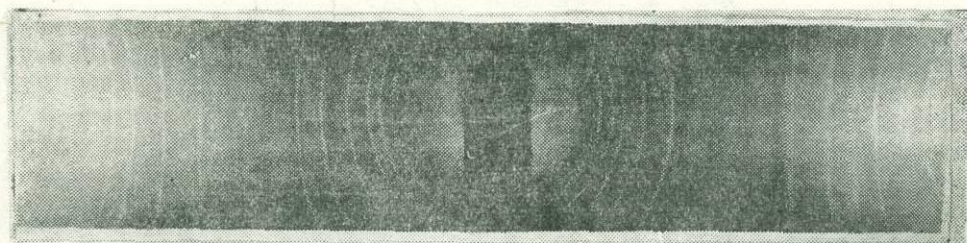


Рис. 39. Рентгенограмма № 6-11/п пирита в форме пентагонального додекаэдра из Чирагидзорского месторождения

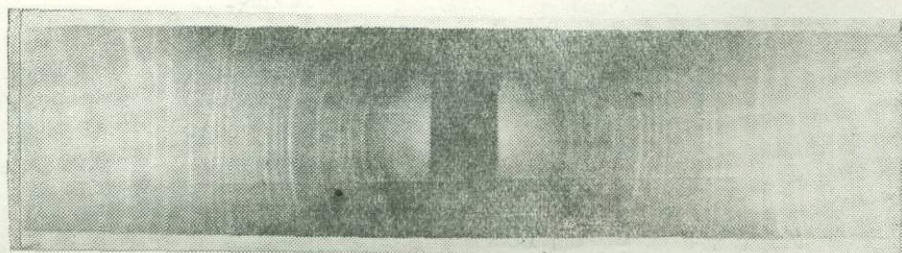


Рис. 40. Рентгенограмма № 8-14/п „плоского“ (сдавленного) пирита из Кедабекского месторождения

изоморфно замещает серу. Что касается теллура, то он не всегда замещает серу, но сопровождает селен. Мышьяк, как халькофильный элемент, входит в состав арсенипирита. Остальные элементы (золото и серебро) находятся в рассеянном состоянии.

Для сравнения пиритов из различных месторождений Азербайджана приводим результаты рентгеноструктурных исследований, выполненных под руководством автора В. К. Покидиным (рис. 38—41).

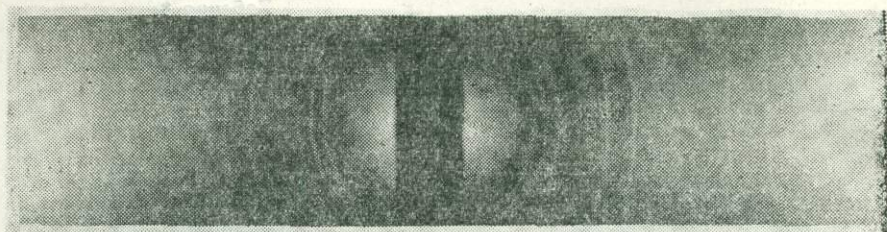


Рис. 41. Рентгенограмма № 7-13/п „плоского“ (сдавленного) пирита из Парагачайского месторождения

Как видно из таблиц 9—12, дебаграммы тоганалинского и чирагидзорского пиритов одинаковы, в то время как пириты из Кедабека и Парагачая отличаются от них. Эти пириты различаются по внешней фор-

Таблица 9

№ линий	J	$\theta^\circ$	$\frac{d}{n}$	hkl
1	1	14,46	3,080	111
2	4	16,74	2,669	200
3	3	18,74	2,392	210
4	3	20,62	2,183	211
5	4	23,90	1,897	220
6	10	28,25	1,624	311
7	1	29,71	1,551	222
8	2	30,96	1,494	320
9	3	32,26	1,440	321
10	10	47,67	1,040	333

ме — кедабекский пирит имеет плоский, сдавленный характер и отличается и внутренней структурой. Подобное явление мы наблюдали в пирите и молибдените Килитского месторождения. С точки зрения исследо-

Таблица 10

№ линий	J	$\theta^\circ$	$\frac{d}{n}$	hkl
1	1	14,44	3,083	111
2	4	16,74	2,669	200
3	3	18,74	2,392	210
4	3	20,62	2,183	211
5	4	23,90	1,897	220
6	10	28,25	1,624	311
7	1	29,71	1,551	222
8	1	31,03	1,491	320
9	3	32,24	1,410	321
10	10	47,65	1,040	333

вания типоморфных минералов интересна структура пиритов в форме пентагонального додекаэдра и куба, а также содержащих изоморфно замещенные элементы, в частности кобальт.

Таблица 11

№ линии	J	$\theta^\circ$	$\frac{d}{n}$	hkl
1	4	16,63	2,691	200
2	3	18,62	2,420	210
3	3	20,49	2,206	211
4	4	23,76	1,908	220
5	10	28,14	1,630	311
6	1	29,34	1,569	222
7	2	30,85	1,499	320
8	3	32,75	1,421	321
9	10	47,25	1,047	333

Таблица 12

№ линии	J	$\theta^\circ$	$\frac{d}{n}$	hkl
1	4	16,60	2,706	200
2	3	18,62	2,420	210
3	3	20,49	2,206	211
4	4	23,76	1,908	220
5	10	28,12	1,630	311
6	1	29,34	1,569	222
7	2	30,85	1,499	320
8	3	32,75	1,421	321
9	10	47,25	1,047	333

Гематит характеризуется мелкими таблитчатыми или изометрическими зернами. В аншлифе из скв. № 4 (с глубины 145—149 м) встречено несколько таблитчатых и неправильных зерен гематита. В одном зерне наблюдалась анизотропия, причем последняя не проявляется для всего поля минерала, а имеет скользящий характер.  $\text{HNO}_3$  на гематит не действует. Минерал твердый, обладает характерным отражательным эффектом. Встречен также аналогичный гематиту изотропный минерал, но по цвету, отсутствию внутреннего рефлекса, отрицательному действию  $\text{HNO}_3$  он ближе подходит к мушкетовиту.



Проследившая структурные соотношения, можно заметить обрастание титано-магнетита или ильменита гематитом и пиритом.

Магнетит встречается небольшими включениями внутри пирита. Местами он образуется по гематиту, при этом зерна его сильно корродированы (рис. 42—44).

Иногда встречаются небольшие зерна титано-магнетита внутри пирита, причем часто кристаллы титано-магнетита хорошо сохраняют

Рис. 42. Обрастание магнетита пиритом (срисовка с аншлифа)

свои геометрические очертания и лишь разбиты мелкими трещинками, заполненными пиритом или лимонитом и вторичными нерудными минералами. При косом освещении устанавливаются реликты титано-магнетита.

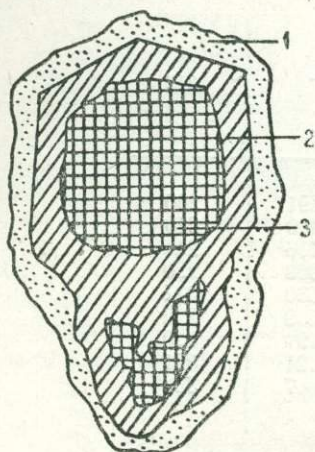


Рис. 43. Соотношение пирита, магнетита и нерудного минерала (срисовка с аншлифа).

1—пирит; 2—магнетит; 3—нерудные минералы

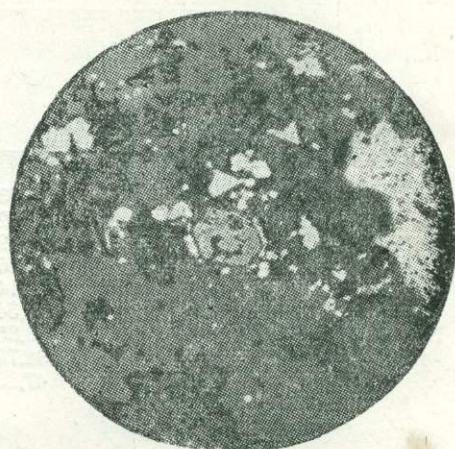


Рис. 44. Аншлиф. Кристалл ильменита (светлосерое), окруженный гематитом и пиритом (белое)

В одном зерне титано-магнетита встречен халькопирит (рис. 45, 46).

Блеклая руда находится, главным образом, среди рудных минералов.

Халькопирит значительно уступает по количеству пириту. Он неравномерно распределен по площади и глубине, поэтому мы встречаем его отдельными участками, в частности в северо-восточной части

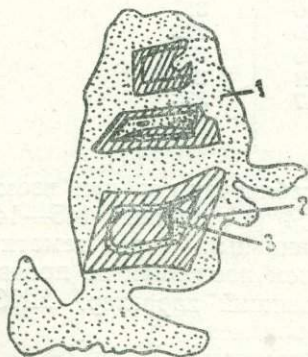


Рис. 45. Структурное соотношение пирита, халькопирита и титано-магнетита (срисовка с аншлифа)

1—пирит; 2—титано-магнетит; 3—халькопирит

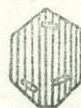


Рис. 46. Титано-магнетит с включениями пирита

месторождения. Таким образом, халькопирит не является для месторождения характерным минералом и, наряду с другими сульфидами и сульфосолями, его можно считать редко сопутствующим пириту минералом. Однако его взаимоотношения с пиритом весьма интересны (рис. 47, 48). Наблюдается субграфическое срастание обоих минералов, образующих петельчатую структуру, либо выявляется структура замещения пирита халькопиритом. Второй минерал по отношению к первому ангедрален или образует в нем эмульсионные включения, относя-

щиеся к первой стадии кристаллизации. Часто можно видеть спорадическую вкрапленность или прожилки его, выделяющиеся своим золотисто-желтым цветом. Вокруг отдельных зерен пирита он образует тонкую сторочку. Халькопирит находится в тесном парагенезисе со сфалеритом, по отношению к которому он также ангедрален. Размеры зерен его чрезвычайно малы—от 0,02 до 0,05 мм, иногда до 1 мм. Под микроскопом минерал проявляет слабую анизотропию.



Рис. 47. Аншлиф. Скопление пирита (белое испещренное) и халькопирита (светлосерое) во вторичном кварце (темносерое). Пирит замещается халькопиритом и магнетитом

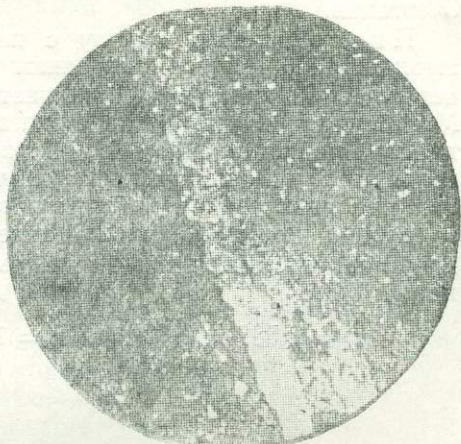


Рис. 48. Аншлиф. Прожилка халькопирита с пиритом во вторичном кварце, содержащем мелкую вкрапленность пирита

Халькопирит местами сопровождается борнитом или такими вторичными минералами, как ковелин и халькозин. В образцах из отвалов, а иногда и из выработок на халькопирите заметны тонкие налеты малахита и азурита.

В зерна халькопирита изредка встречаются включения пурпурного, чаще синего или радужного цвета. Пурпурные включения анизотропны и реагируют с  $\text{HNO}_3$ . Предположительно минерал можно отнести к селенидам меди (уманит— $\text{SeCu}_2$ , клокманит), тем более, что присутствие селена в пиритовых рудах Тоганалинского месторождения устанавливается химическими анализами.

Борнит характеризуется бледнофиолетовой и розовой окраской. В нем обнаруживается интенсивная анизотропия; иногда выявляется двойниковая структура. Зерна борнита плеохроируют от зеленовато-голубого до розового цвета. Борнит обычно сопровождает халькопирит. Его, повидимому, можно отнести к первичным минералам. Он образует мелкие неправильные зерна в субграфическом сростании с халькопиритом, будучи ангедрален по отношению к пириту. В шлифе можно заметить замещение минерала ковелином и халькозином, характеризующимся светлоголубым цветом.

Блеклая руда (тетраэдрит) встречается редкими и мелкими зернами среди кристалликов пирита второй генерации.

Сфалерит образует спорадические включения в пирите и халькопирите. По отношению к пириту он ангедрален, но эмульсионные вкрапления его указывают на захват сульфида цинка еще в процессе кристаллизации серного колчедана. По отношению к халькопириту он эвгедрален. Кроме вкраплений, сфалерит образует тонкие прожилки в пирите. Реагирует с  $\text{HCl}$ . Размеры зерен его обычно значительно меньше 1 мм, большей частью в пределах 0,02—0,05 мм. Галенит встречается редко, мелкими зернами, сопровождая барит.

Барит обнаружен в отвалах штольни № 3 и в кернах скважин в виде прожилок. Он характеризуется белым мелкокристаллическим агрегатом, в котором заметен зернистый или пластинчатый облик. Он также находится в подчиненном состоянии и по структурным соотношениям является более поздним образованием. Жилки его пронизывают минералы сульфидов и вторичные кварциты. Благодаря его кристаллизационной способности выявляются характерные геометрические очертания.

Пирофиллит, наряду с каолином, установлен нами в рудах из штольни № 3, где они заполняют промежутки рудных и нерудных минералов. От каолина он отличается шелковисто-зеленоватым оттенком. Местами от слабого воздействия гидроокиси железа приобретает желтоватую окраску. Наощупь он жирный. При растирании между пальцами порошковатой разности ощущаются мелкие зерна кварца. Минерал под микроскопом в иммерсионной жидкости бесцветный, состоит из мелких чешуек с высокой интерференционной окраской. Оптический характер его отрицательный. Весьма совершенная спайность ясно видна по (001).

$$Ng = 1,586 \pm 0,002; \quad Nm = 1,554 \pm 0,002; \quad Ng - Np = 0,032$$

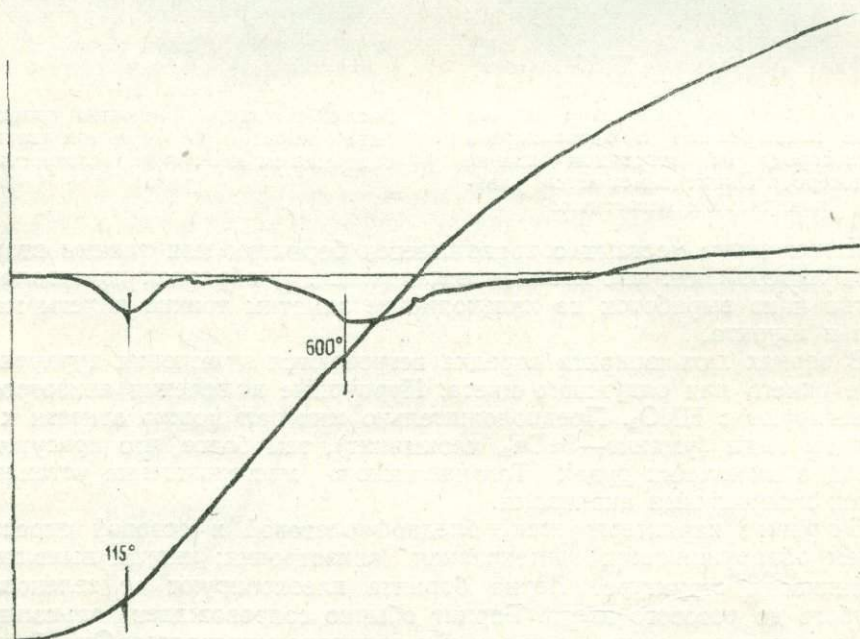


Рис. 49. Пирофиллит

Для выяснения химического состава минерала был сделан анализ, который, как показали данные по основным окислам, вполне соответствует пирофиллиту (в %):

SiO <sub>2</sub>	— 66,98
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	— 26,73
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	— 1,32
H <sub>2</sub> O <sub>-110°</sub>	— 0,92
H <sub>2</sub> O <sub>+110°</sub>	— 3,93

Сумма — 99,88

Несколько повышенное содержание окиси железа следует отнести за счет примеси ее.

Для выяснения природы пиррофиллита в нашей лаборатории была получена его термограмма (рис. 49). Минерал был нагрет на пирометре Курнакова до температуры  $1070^{\circ}\text{C}$ . Характерный эндотермический эффект на кривой нагревания его получается при  $600^{\circ}\text{C}$ . Эндотермическая же остановка при  $115^{\circ}\text{C}$  соответствует выделению адсорбированной воды.

#### ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ ОРУДЕНЕНИЯ КВАРЦПОРФИРОВОЙ ТОЛЩИ С ГЛУБИНОЙ

Наибольшая пиритизация кварцпорфировой толщи приходится на кровлю, в результате чего образовалась рудная покрывка, имеющая мощность в среднем 78 м. От дневной поверхности она расположена на глубине 35—70 м, а в южной части месторождения — еще меньше.

Площадное распространение пирита также неравномерное: сплошные пиритовые поля сочетаются с небольшой вкрапленностью и реже — с кварцево-хлорито-глинистыми участками, которые с глубиной принимают большие размеры. Вблизи кровли пиритизация отличается наибольшей интенсивностью; главная масса пирита принадлежит к первой генерации. С глубиной начинает преобладать вторая генерация, образующая у основания покрывки мелкие штоки, в которых кристаллики пирита часто имеют облик пентагонального додекаэдра. На глубине 32—64 м по всей площади месторождения наблюдается густая вкрапленность.

Характер пиритизации по площади почти не изменяется.

На западной половине планшета отмечается общее поднятие кварцевого порфира с рудной покрывкой и погружение его в сторону Камышлыdere. Гипсометрически более высокие участки поднятия отмечаются в северной части планшета у скв. № 34, а на западе — у скв. № 10 и 9, к юго-востоку от поднятия.

В верхней части кварцпорфировой толщи порода до глубины 3,3 м сильно окварцована, пиритизирована. Как окварцевание, так и пиритизация выражены не везде одинаково: вторичный кварц местами преобладает над пиритом, но в основном доминирует пирит. Замещение породы вторичным кварцем и пиритом прошло полностью, наблюдаются лишь незначительные кварцево-хлорито-глинистые и серицитовые участки.

В породе и в сплошных пиритовых рудах содержатся фенокристаллы первичного кварца, образующие довольно крупные зерна, пронизанные волосными трещинами, заполненными пиритом. Пирит представлен двумя генерациями, причем первая является наиболее значительной. Он образует большие сплошные поля, обладающие зернистой структурой, а при динамических воздействиях принимает вид раскрошенных структур. Кристаллы его отличаются крупными размерами и характеризуются пентагональной и частью октаэдрической формами. Выделение его относится к моменту кристаллизации основной массы. Кристаллы корродированы вторичным кварцем с образованием скелетных структур. Образование вторичного кварца и пирита второй генерации связано с аутометаморфизмом, имевшим место в конечной стадии формирования кварцевого порфира. В верхней части кварцпорфировой толщи пирит второй генерации более рассеян, образуя иногда спорадическую вкрапленность, и находится преимущественно во вторичном кварците. Местами эта вкрапленность имеет солидную густоту. Пирит второй генерации характеризуется мельчайшими кристалликами кубического облика, заполняющими трещинки в первичном кварце (фенокристаллах). Он является также вкрапленником во вторичном кварце. Пирит образует зональную структуру. Иногда наблюдаются хлопьевидные скопления (до 7—8 мм), что указывает на коагуляцию из коллоидного раствора.

Кроме описанных минералов редко наблюдаются зерна халькопирита, заменяющегося борнитом или халькозином. Халькопирит образует скопления вокруг крупных зерен пирита в виде тонких каемочек или проникает по волосным трещинкам. Встречаются редкие изометрические зерна сфалерита в ассоциации с халькопиритом. Встречаются также зерна магнетита со следами разъедания пиритом и гематит.

Несколько глубже — от 3,4 до 10 м — тонкозернистые скопления пирита отличаются большей неравномерностью распространения, чаще образуют густо вкрапленные участки, а в отдалении от них интенсивность оруденения уменьшается, принимая характер мелкой вкрапленности, на фоне которой выделяются хлопьевидные скопления.

Местами наблюдается мелкокристаллический кварц, в зернах которого содержится пирит кубического очертания. Фенокристаллы кварца образуют более частые вкрапления.

На глубине от 10 до 20 м пиритизация еще более неравномерная. В большинстве случаев порода больше окварцована, чем пиритизирована, наблюдаются кварцево-хлорито-глинистые участки, в которых содержатся фенокристаллы кварца и мелкая спорадическая вкрапленность пирита. Пирит второй генерации часто скопляется вокруг зерен первичного кварца, проникая по его волосным трещинкам и заполняя все корродированные места. В большинстве случаев пирит второй генерации скопляется в нерудных минералах, по всей вероятности в разрушенных полевых шпатах, а также между фенокристаллами полевого шпата и кварца. Он также скопляется по граням первичных минералов, впоследствии разрушенных и замещенных, сохраняет их реликтовые кристаллографические очертания. Каолинит выделялся иногда в момент образования пирита второй генерации, иногда после этого. Наибольшая пиритизация приурочивается к большому скоплению вторичного кварца. Вкрапленность густая, неравномерная. Пирит первой генерации с глубиной по количественному содержанию постепенно начинает уступать место пириту второй генерации, но характер обеих генераций сохраняется. Встречается также халькопирит, преимущественно по трещинкам, затем магнетит, титано-магнетит, сфалерит.

От 20 до 32 м наблюдается брекчированность рудной массы, связанная с динамическими усилиями, в результате которых порода, а также и рудная масса оказались трещиноватыми. Трещины заполнились вторичным кварцем, каолинитом и пиритом с кубическим обликком. Пирит второй генерации становится доминирующим. Изредка встречаются отдельные зерна ильменита, пересеченные пиритом и окруженные гематитом. Встречаются также субмикроскопические зернистые участки, представляющие собой агрегат равномерно распределенных зерен кварца, каолинита и пирита. Последний характеризуется редкой, тонкой, весьма неравномерной вкрапленностью. Фенокристаллы кварца трещиноваты, корродированы. По трещинкам наблюдается пирит. Очень редко можно встретить зерна пирита во внутренних частях кварца.

На глубине 33,5—50 м в сильно измененном кварцевом порфире пирит образует как мелко рассеянную вкрапленность, так и более крупные скопления, иногда переходящие в сплошные поля. Он корродирован вторичным кварцем с образованием скелетных форм. Характер брекчированности сохраняется. Зерна халькопирита содержат в себе борнит, халькозин, встречаются зерна магнетита и гематита. Характер их не изменяется.

На глубине 50—60 м встречаются мелкие штокообразные скопления пирита, которые под действием динамических процессов разбиты и приобрели раскрошенную структуру. В этих штокообразных телах встречается пирит пентагонального облика. По периферии этих тел наблю-

дается густая вкрапленность пирита во вторичном кварце. Пирит характеризуется зональной структурой. Увеличение количества пирита второй генерации с глубиной идет, вероятно, за счет уменьшения пирита первой генерации.

По этим данным выясняется и морфология руд, тесно связанная с условиями формирования их.

Отличительной особенностью оруденения в Тоганалинском месторождении является мелко вкрапленный характер серного колчедана, который местами играет роль породообразующего минерала. Начиная с глубины 80—100 м в толще кварцевых порфиров вкрапленность пирита слабая, точечная, затем кверху она, как отмечено выше, увеличивается, приближаясь у верхних горизонтов к густой. Кроме того, встречаются прожилки мощностью около 1—2 см и небольшие линзочки, измеряемые также сантиметрами.

Восточный участок, занимающий большую площадь, расположен у слияния ущелья Тоганалысу и балки Камышлыдере. Залежь ориентирована в северо-западном направлении. Западный участок занимает примерно такую же площадь, как и восточный. По скважинам нами составлена блок-диаграмма Тоганалинского месторождения (рис. 50).

Как видно из этой диаграммы, оруденение, будучи густо вкрапленным у кровли кварцевых порфиров, резко обрывается на границе толщи порфиритов и туфопесчаников. Этим ясно контролируется верхняя граница распространения серноколчеданных руд.

Такой характер оруденения прослеживается примерно на 150 м. В этой зоне вкрапления пирита в кварцевом порфире местами настолько часты, что создается впечатление сплошного оруденения. Иногда встречаются тонкие прожилки пирита в 2 см, что не характерно для месторождения и не наблюдается повсеместно. С этой точки зрения заслуживает внимания северо-западный участок.

С глубиной вкрапления становятся более редкими. Далее наблюдается рассеянный тип оруденения, принимающий еще ниже спорадический характер. Переход в материнские, практически безрудные кварцевые порфиры происходит постепенно.

Таким образом, в оруденелой толще кварцевых порфиров мы выделяем следующие шесть зон, включая верхние и нижние зоны покровных основных и нижних кислых вулканогенных пород (сверху вниз):

1. Нерудная зона порфиритов и их туфов, туфобрекчий и туфопесчаников.
2. Зона густых вкрапленных руд, встречающихся участками.
3. Зона вкрапленного оруденения, являющегося характерным для всего месторождения в целом.
4. Зона слабовкрапленного оруденения.
5. Зона спорадического оруденения.
6. Безрудная зона кварцевых порфиров.

При прослеживании разрезов скважин с севера на юг наблюдается ослабление оруденения к югу.

В обнаженных участках кварцевых порфиров оруденение совсем слабое, что объясняется значительной эродированностью верхней части названной толщи.

Степень оруденения кварцевых порфиров определяется соотношением последних и колчедана, причем в тесной зависимости от этого явления находится окварцевание указанных пород. В верхней части толщи, где происходила наибольшая концентрация колчедана, кварцевые порфиры превращены полностью во вторичные кварциты. С глубиной метаморфизация их ослабевает и в нижней безрудной зоне они почти не изменены.

Согласно наблюдаемой зональности и содержанию серы (по данным буровых скважин), в Тоганалинском месторождении выделяются следующие типы руд:

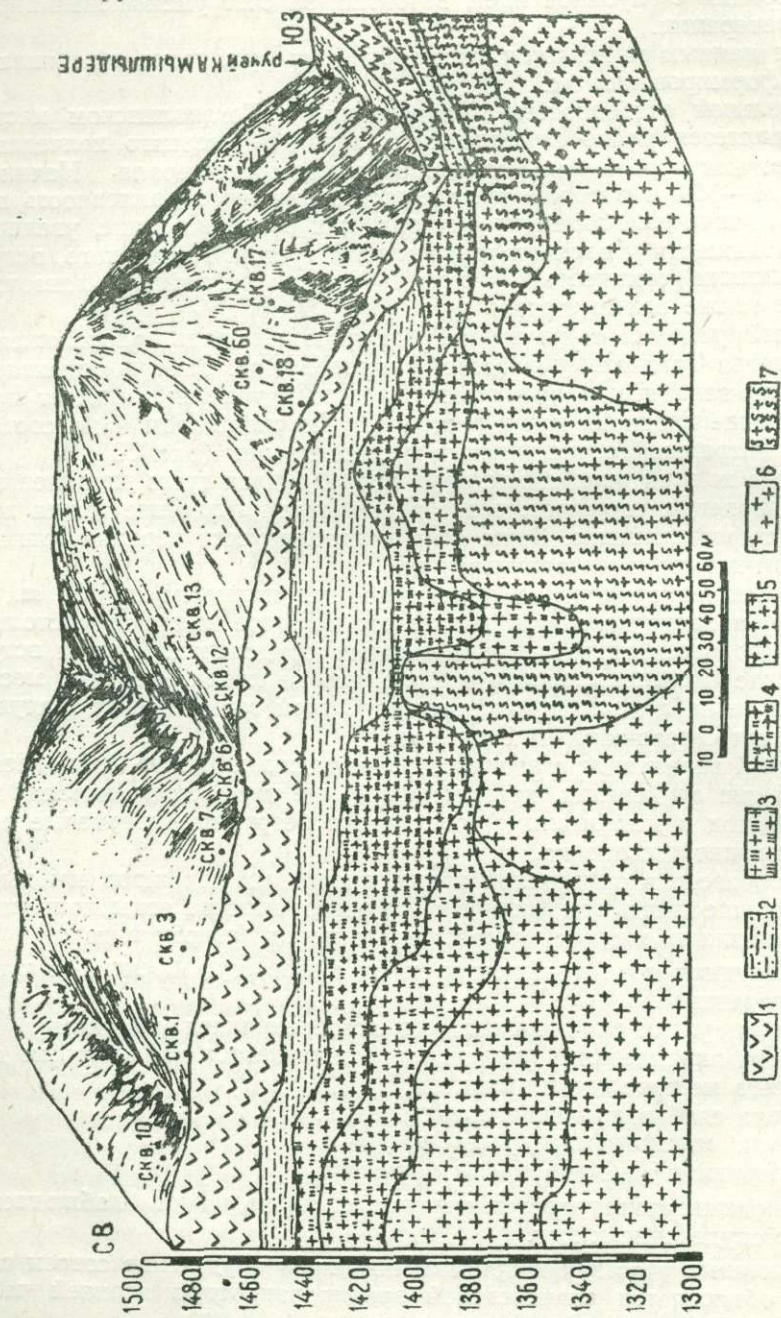


Рис. 50. Блок-диаграмма Тоганалинского серноколчеданного месторождения.  
 1—порфиры и их туфы; 2—густооспесчанники; 3—зона густых вкрапленных руд в кв. порфирах; 4—зона вкрапленного оруднения в кв. порфирах; 5—зона вкрапленного оруднения в кв. порфирах; 6—безрудная зона кв. порфиров; 7—зона спорадического оруднения

1. Руды густого вкрапления, в которых пирит основательно заместил кварцевые порфиры. Этот тип руды содержит серы от 40 до 53%.
2. Вкрапленный тип руд, с содержанием серы от 15 до 35%.
3. Слабо вкрапленный тип, с содержанием серы от 10 до 15%.
4. Рассеянный и спорадический тип руды, с содержанием серы до 10%.

5. Сернисто-пиритовая «сыпучка» — рыхлая, золотисто-серая руда, представляющая собой глинистую массу с тонким вкраплением пирита. Содержание серы — от 35 до 40%. Последний тип руды встречается часто в скважинах и сравнительно мало — в выработках.

Таким образом, содержание серы в рудах колеблется в больших пределах, достигая 53%, но в среднем изменяется в пределах 15—25%. Кондиционной цифрой для Тоганалинского месторождения в целом, по данным геолого-разведочной партии «Азгеолуправления», считается 22%.

Мощность рудной зоны колеблется в восточном участке от нескольких метров (скв. № 62) до 47 м (скв. № 60). Содержание серы от 0,9 до 50%, в среднем 20—25%. В западном участке, где мощность превышает 70 м, отдельные оруденелые полосы в среднем содержат около 20% серы.

Проследивая содержание серы по глубине, можно обнаружить неравномерные и резкие колебания его. Однако, как правило, во всех скважинах наблюдается тенденция уменьшения содержания этого элемента с глубиной.

### СОДЕРЖАНИЕ СЕРЫ ПО ГЛУБИНЕ И ОПИСАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО РАЗРЕЗАМ СКВАЖИН

Для характеристики степени оруденения и иллюстрации зональностей по глубине в Тоганалинском месторождении приводим составленные нами описания разрезов по скважинам и соответствующие диаграммы колебания серы по глубине.

**Скв. № 1.** Разрез скважины начинается порфиритами и их туфами, которые достигают 27 м мощности. Макроскопически порфириты представляют породы темносерого цвета с порфировой структурой. Вкрапленники выражены полевыми шпатами, реже — цветными компонентами.

Полевые шпаты в виде угловатых табличек размером до 3 мм в поперечнике. Они подверглись вторичному изменению, в особенности каолинизации.

Среди этой толщи встречается маломощная прослойка туфопесчаника (до 70 см).

Порфиритовая толща сменяется туфопесчаниками, мощность которых достигает 15 м. Эта толща прикрывает зону кварцевых порфиров, которая и содержит оруденение. Кварцевые порфиры местами изменены гидротермальными процессами, благодаря чему компоненты породы, кроме кварца, замещены минералами вторичного кварца, хлорита, эпидота, каолина. Характеризуя окварцованные и пиритизированные кварцевые порфиры, отметим, что на глубине 43,45—44,55 м главную массу породы составляет кварц. Пирит образует густую, но неравномерную вкрапленность. Кристаллы его нередко корродированы. В отдельных кристаллах пирита наблюдаются включения гематита. На глубине 49,0—50,35 м появляются участки светлосерого и темнокрасного кварца уже с единичной вкрапленностью пирита в форме куба.

Глубина 60,8—61,75 м знаменуется появлением спорадически вкрапленного или тонкожилковатого халькопирита в породе. Вторичный кварц образует оторочки. В отдельных зернах наблюдаются включения сфалерита. Встречаются таблички магнетита.

На глубине 77,9—79,4 м пиритовое оруденение ослабевает, появляется серицит наряду с другими нерудными минералами.

Оруденение в пределах данного интервала крайне неравномерное — оно колеблется от густой до редкой вкрапленности с содержанием серы от 15 до 35%. Как видно из описания, пирит находится в виде мелкозернистой массы и редко — узловатыми скоплениями. Из рудных спутников пирита здесь встречены халькопирит и редко — сфалерит. Макроскопически присутствие халькопирита распознается по налетам медной зелени.

Пирит более сконцентрирован в верхних горизонтах кварцпорфировой толщи. Среднее содержание серы по скважине — 16%.

Изменение содержания серы с глубиной скважины показано на диаграмме (рис. 51).

**Скв. № 3.** Разрез скважины начинается с порфиритов и их туфов, мощность которых доходит до 45 м.

Макроскопически порфириты имеют тот же облик, что и порфириты из скв. № 1. Указанная толща включает в себя прослой туфопесчаников мощностью до 1 м.

Порфириды сменяются туфопесчанистой толщей, мощностью до 10 м, после чего следует оруденение, вмещающим которого являются метасоматически измененные порфиры. Мощность их в данной выработке достигает 110 м. Макроскопически они выглядят так же, как и в указанных выше скважинах.

Кроме того, в толще кварцевых порфиров встречены и туфы и брекчиевидные разности, мощность которых доходит до 5 м. Оруденение в данной скважине выражено неравномерно и колеблется в очень больших пределах. Встречаются участки с густой вкрапленностью пирита и до полного его отсутствия, с содержанием серы от 15 до 35%. Пирит имеет вид мелкозернистой вкрапленности и редко — узловатых скоплений. Он более сконцентрирован в верхних участках толщ. Среднее содержание серы в скважине — 19%.

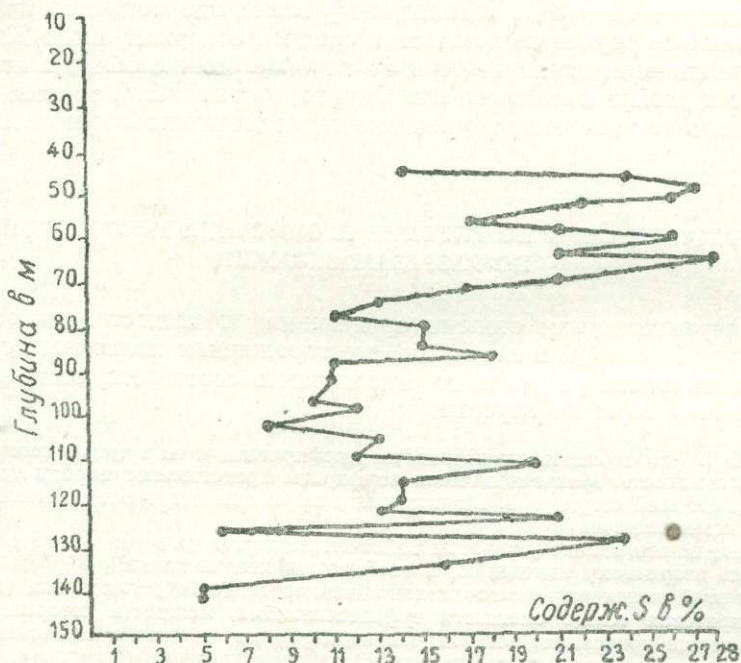


Рис. 51. Диаграмма колебания содержания серы с глубиной выработки (скв. № 1)

Изменение содержания серы с глубиной иллюстрируется диаграммой (рис. 52).

Кривая наглядно рисует картину уменьшения содержания серы с глубиной. У кровли кварцевых порфиров находится максимальное оруденение пирита, где содержание серы доходит до 34%. На кривой различаются 5 пик, которые соответствуют обогащенным участкам в толще кварцевых порфиров. В этих точках содержание серы колеблется в пределах 19—30%. Ниже 175 м оруденение слабое и содержание серы падает до 4%.

**Скв. № 4.** От устья разрез скважины представлен туфами и порфиридами, мощность которых достигает 50 м. Порфириды макроскопически представляют собой зеленовато-серого цвета породы с порфировой структурой. Вкрапленники представлены плагиоклазами и темновыми компонентами. Плагиоклазы в виде кристаллов таблитчатой формы, достигающих 3 мм в поперечнике.

Среди этих пород встречаются небольшой мощности (до 1 м) прослойки туфопесчаников. Порфиритовая толща сменяется зоной брекчированных пород мощностью 22 м.

Брекчированная толща сменяется зоной метасоматически измененных порфиров, с которыми фактически и связано оруденение. Мощность этой зоны достигает 110 м. Макроскопически кварцевые порфиры представляют собой породу от светло- до темно-серой, структура порфириобластическая. Вкрапленники представлены кварцем овальной формы размером до 0,5 см в диаметре.

Вкрапленники полевых шпатов или реликты их наблюдаются лишь в сравнительно малоизмененной породе. В большинстве случаев они нацело замещены вторичными минералами.

Среди этой толщи встречаются гидротермально-измененные кварцевые порфиры зеленовато-серого цвета, в рыхлой разности которых пирит находится в виде пылевидного агрегата.

Кроме того, встречены каолинизированные породы белесовато-серого цвета, плотные, тонкозернистые (мономинеральные), которые содержат пирит в виде рассеянного точечного агрегата.

В сильно измененных разностях от первичного состава сохранились лишь фенокристаллы кварца, остальные компоненты породы замещены вторичным кварцем, хлоритом, эпидотом и глинистым минералом.

В толще кварцевых порфиров иногда встречаются их туфы и брекчиевидные разности мощностью от 1 до 5 м.

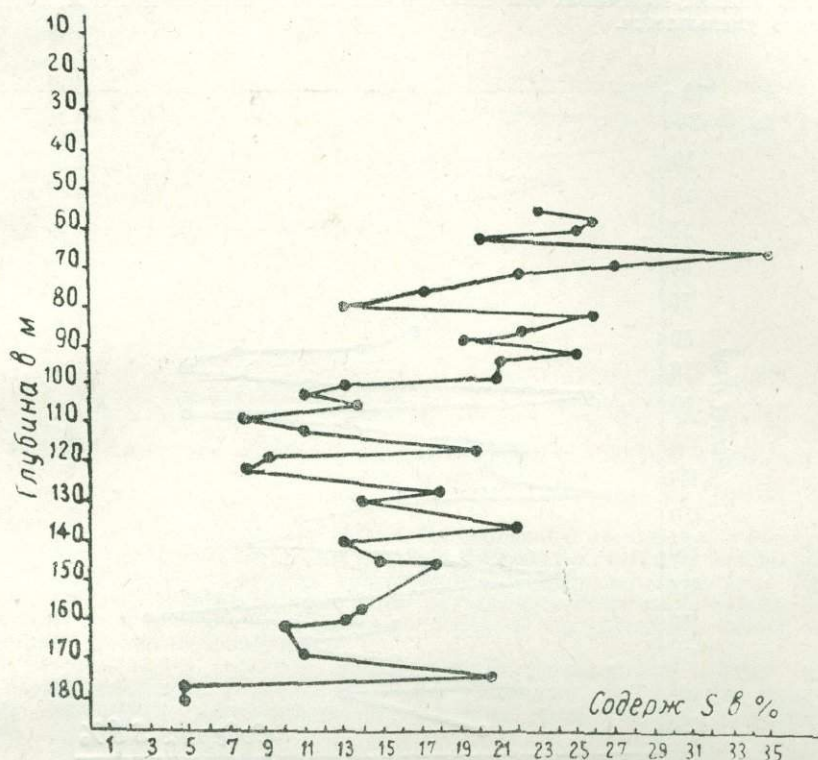


Рис. 52. Диаграмма колебания содержания серы с глубиной выработки (скв. № 3)

Описываемая порода на глубине 36 м содержит спорадически вкрапленный пирит. На большой глубине (70—75 м) главную массу породы составляет вторичный кварц, который сопровождается густой, но равномерной вкрапленностью пирита. Халькопирит редкими зернами встречен на глубине 77,4 м. Он местами замещается борнитом или халькозином. Халькопирит образует тонкую каемку вокруг зерен пирита или располагается в его трещинах.

На глубине 83—86 м встречаются сильно пиритизированные участки, разбитые трещинками, в которые проник вторичный кварц, корродирующий пирит, с образованием характерных сложных структур субграфического замещения. Распределение его в породе неравномерное: местами процесс замещения только намечается или происходил интенсивно, тогда вторичный кварц превалирует над пиритом. Наблюдается значительное замещение халькопирита халькозином и борнитом. Встречаются единичные зерна титано-магнетита и гематита. Зерна ильменита прорастаются пиритом и окружаются гематитом.

На глубине 137—141,2 м наблюдаются жилообразные скопления пирита. Периферические части зерен его сильно корродированы. Здесь происходило замещение пирита вторичным кварцем. Встречаются неправильной формы зерна гематита и магнетита. Фенокристаллы кварца разбросаны. Кварц содержит в себе мелкие кристаллики апатита.

Согласно данному описанию, оруденение в пределах этого интервала носит крайне неравномерный характер — колеблется от густой до редкой вкрапленности с содержанием серы от 15 до 35%.

Пирит чаще встречается в виде мелкозернистой массы, реже — в виде кубиков. Он более сконцентрирован в верхних горизонтах толщи. Среднее содержание серы — 19%.

Изменение содержания серы с глубиной показано на диаграмме (рис. 53). Эти колебания, как показано на диаграмме, периодичны. Максимальное оруденение пирита выражено на кривой 4 пиками. Первая пика соответствует глубине 85 м (содержание серы—до 26%), вторая — глубине 100 м (содержание серы—26%), третья — глубине 140 м (содержание серы—24%), четвертая — глубине 160 м (содержание серы—до 29%). На глубинах 95, 125 и 145 м кривая показывает уменьшение содержания серы до 4%. В нижних горизонтах кварцпорфировой толщи, с глубины 160 м, оруденение постепенно уменьшается.

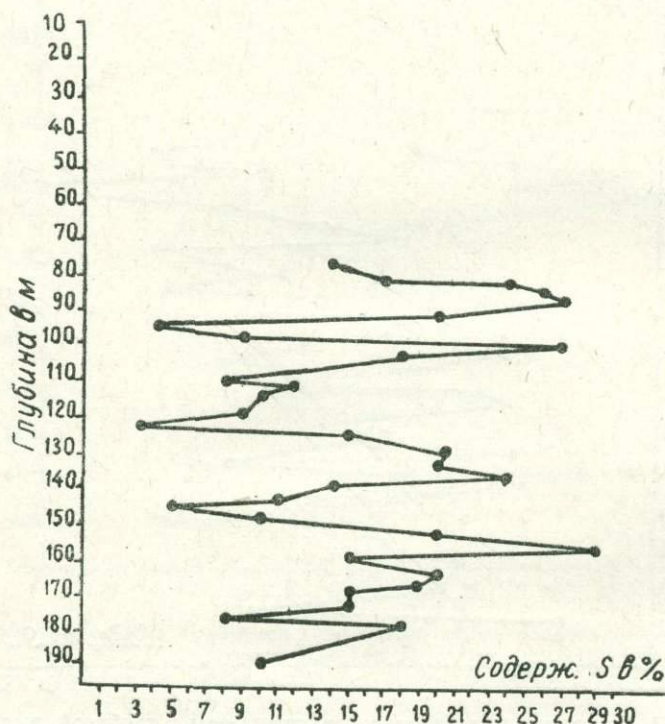


Рис. 53. Диаграмма колебания содержания серы с глубиной выработки (скв. № 4)

**Скв. № 6.** Разрез скважины начинается порфиритами и их туфами мощностью 11 м.

Макроскопически порфириты представляют собой породу буровато-серого цвета с порфировой структурой. Вкрапленники представлены полевыми шпатами (в большом количестве) и цветными компонентами. Полевые шпаты имеют вид отдельных зерен и иногда кристаллов табличатой формы размером до 1 мм. Порода вся изменена, кальцитизирована и каолинизирована.

Эта толща сменяется туфопесчаниками мощностью до 15 м. Далее следует толща метасоматически измененных кварцевых порфиров, которая и включает в себя оруденение. Мощность их в данной выработке достигает 45 м. Порода эта на глубине 52,5 м светлосерого цвета, плотная и пиритизированная. Макроскопически внутри зерен пирита наблюдается магнетит, характеризующийся неправильными контурами и изрезанными краями. Он встречается также в виде самостоятельных вкрапленников, очень часто разьедаемых вторичным кварцем, что указывает на первичный характер образования. Пирит в фенокристаллах кварца располагается по трещинам.

На глубине 53,45—55,35 м порода состоит из вторичного кварца с каолинизированными участками. Пиритизация более или менее интенсивная, но неравномерная. Кристаллики пирита сравнительно крупные, с кубическим очертанием. Мелкие зерна его распределяются во вторичном кварце тонкими цепочками в различных направлениях. Наблюдаются также включения мелких зерен магнетита.

На глубине 57,45—59,45 м фенокристаллы кварца обычно чистые, без признаков рудного вещества, редко имеют волосные трещинки, заполненные мельчайшими кристалликами пирита. Вторичный кварц содержит неравномерно вкрапленный пирит, иногда с кубическим очертанием.

Крупные кристаллики пирита относятся к первой генерации и характеризуются формой пентагонального додекаэдра. Кристаллы эти в основном корродированы и образуют скелетные формы.

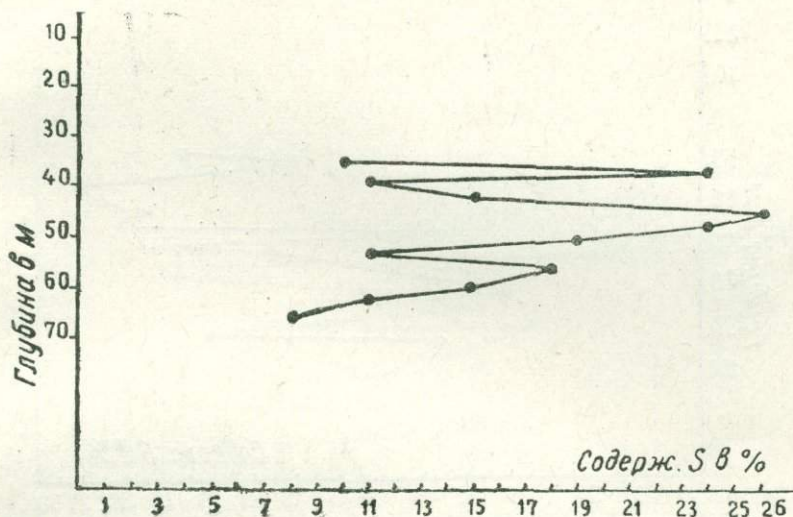


Рис. 54. Диаграмма колебания содержания серы с глубиной выработки (св. № 6)

Неравномерная вкрапленность пирита во вторичном кварце и включения пиритовых обломков неправильной формы создают брекчиевую структуру породы. Нередко густо пиритизированные включения приурочены к определенным полоскам. Крупные скопления пирита образуют большие поля, разъеденные вторичным кварцем.

Из рудных минералов встречаются разъеденные кристаллики полевых шпатов, густо импрегнированные пиритом.

На глубине 61,0 м сплошные поля пирита и фенокристаллы кварца (пирит и кварц первой генерации) разбиты крупными трещинами. Промежутки между кристаллами выполнены мелкорассеянным пиритом, сцементированным вторичным кварцем.

Таким образом, пиритизация пород произошла не везде с одинаковой интенсивностью. Пирит встречается в виде густой вкрапленности или полностью исчезает. Среднее содержание серы — от 15 до 35%. Пирит в виде мелкозернистого агрегата и редко — узловатых скоплений.

Концентрируется пирит в верхних горизонтах рудовмещающих пород. Среднее содержание серы по скважине — 17%.

Изменение содержания серы с глубиной показано на диаграмме (рис. 54).

Наиболее пиритизированные участки характерны для верхних горизонтов кварцевых порфиров. На кривой они отражены двумя пиками. Первая пика соответствует глубине 35 м (содержание серы — до 26%). Ниже 50 м происходит уменьшение содержания этого элемента, причем уменьшение периодичное.

**Скв. № 7.** Разрез скважины начинается с порфиров и их туфов мощностью 50 м. Макроскопически порфириты имеют тот же облик, что и аналогичные породы из скв. № 6. Порфириты сменяются туфопесчаниками, мощность которых доходит до 12 м. Далее вскрывается зона гидротермально измененных и брекчиевидных пород мощностью до 8 м.

Эта толща сменяется рудной зоной, вмещающей метасоматически измененные кварцевые порфиры. Мощность последних в данной скважине — 60 м.

Оруденение в этой зоне крайне неравномерное и колеблется в очень больших пределах. Встречаются участки с густой вкрапленностью пирита и участки пустых пород без оруденения. Мощность их доходит до 20 м.

Пирит встречается в виде мелкозернистого агрегата или редких линзочек. Среднее содержание серы по скважине — 20%.

Изменение содержания серы с глубиной выработки показано на диаграмме (рис. 55).

На диаграмме различаются 4 пика, соответствующие максимальному оруденению. Первая пика находится на глубине 50 м (содержание серы—28%), вторая — на глубине 65 м (содержание серы—27%), третья — на глубине 70 м (содержание серы—25%) и последняя — на глубине 90 м (содержание серы — до 22%). Содержание серы изменяется периодически, через определенные промежутки. В нижних горизонтах руденосной толщи происходит рассеивание этого элемента.

Скв. № 8. Разрез скважины начинается с порфиритов и их туфов мощностью 32 м.

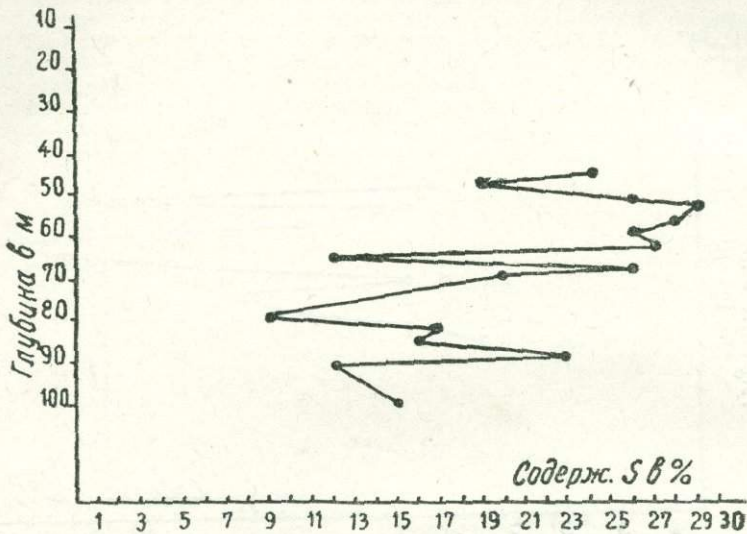


Рис. 55. Диаграмма колебания содержания серы с глубиной выработки (скв. № 7)

Макроскопически порфириты зеленовато-серого цвета с порфириковой структурой. Фенокристаллы представлены плагиоклазами небольших размеров и цветными компонентами. Порода хлоритизирована, каолинизирована и пронизана кальцитовыми прожилками до 1 мм в поперечнике.

Порфириты сменяются туфопесчаниками мощностью 37 м, с прослойкой брекчированной породы мощностью до 4 м.

Далее вскрывается рудная зона (оруденелые вторичные кварциты) мощностью 7 м. Оруденение в этой зоне крайне неравномерное. Встречаются участки с густой вкрапленностью пирита и совсем без него. Содержание серы колеблется от 15 до 35%.

Пирит — в виде пылевидного агрегата и реже — узловатых скоплений. Встречаются интервалы, где порода почти полностью (на 90%) замещена пиритом (образец № 2066, глубина взятия 89,5 м). На этой глубине встречено наибольшее количество халькопирита, ассоциирующего со сфалеритом. Халькопирит образует тонкие прожилки или заполняет мелкие пустоты. В аншлифах с больших глубин (102—104 м) встречаются единичные зерна магнетита и гематита.

Пирит более сконцентрирован в верхних горизонтах рудной зоны. Среднее содержание серы — около 21%.

Диаграмма (рис. 56) показывает изменение содержания серы с глубиной.

Кривая характеризует ритмичность колебания содержания серы. Наиболее обогащенные участки приурочены к верхним горизонтам кварцпорфириковой толщи. С глубиной происходит разубоживание этого элемента. На диаграмме различаются 4 пика, соответствующие наибольшему обогащению кварцпорфиров пиритом. Содержание серы уменьшается с глубиной. На глубине 100 м кривая резко падает до 6% серы. Ниже 100 м оруденение уменьшается еще больше.

Скв. № 9. Заложена в туфобрекчиях; на глубине 36,0 м, где вскрыта рудная зона, пирит представляет собой весьма густую равномерную вкрапленность во вторичном кварците. В большинстве случаев пирит кубический, реже в форме пентагональных додекаэдров. Размеры кристаллов пирита первой генерации — до 0,3—0,4 см, второй — 1—1,5 мм.

Между зернами пирита встречаются в небольшом количестве зерна титано-магнетита. Зерна халькопирита иногда включают пурпурные зерна, очевидно, селенидов меди (рис. 57).

На диаграмме различаются 2 пика, которые характеризуют точки с наибольшей концентрацией серы. Они приурочены к верхним частям кварцпорфириковой толщи

(75 и 90 м) и соответствуют 24% серы. Ниже 90 м, как правило, оруденение слабое и содержание этого элемента доходит до 10%.

Скв. № 10. Разрез скважины начинается порфиритами и их туфами мощностью 30 м.

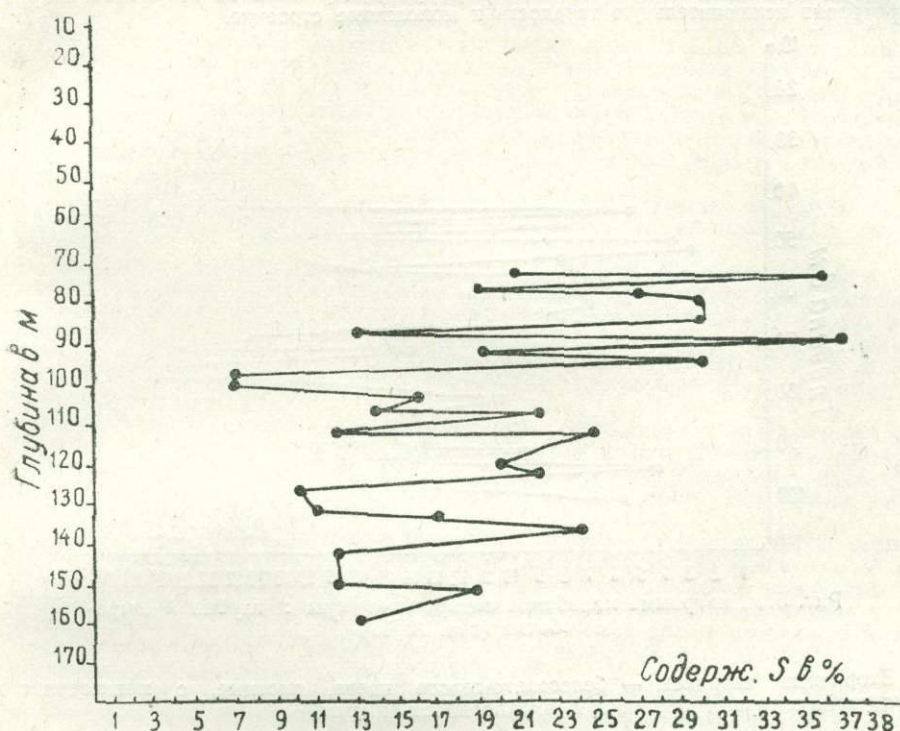


Рис. 56. Диаграмма колебаний содержания серы с глубиной выработки (скв. № 8)

Макроскопически порфириты представляют собой породы темносерого цвета с порфировой структурой. Вкрапленники представлены: плагиоклазами (относимыми к основному ряду — лабрадору) и реже — пироксенами. Плагиоклазы — в виде угловатых табличек размером до 4 мм в поперечнике.

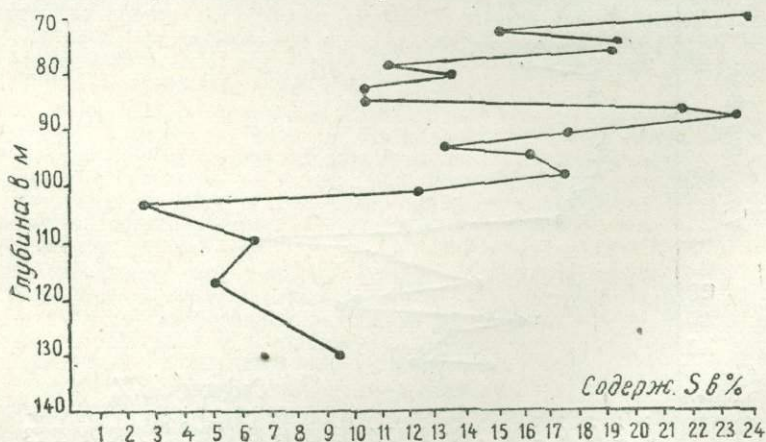


Рис. 57. Диаграмма колебания содержания серы с глубиной выработки (скв. № 9)

Далее следует толща туфопесчаников мощностью 12 м, которая затем переходит в зону кварцевых порфиров мощностью 76 м. Макроскопически последние представляют собой породу от светлосерого до темносерого цвета. Фенокристаллы представ-

лены преимущественно кварцем в виде овальных зерен, достигающих 0,5 см в поперечнике. Полевые шпаты подверглись сильным изменениям и превратились в каолиновый агрегат.

В зоне рудопроявления кварцевые порфиры превращены во вторичные кварциты и приобрели исключительную твердость и монокристаллическое строение.

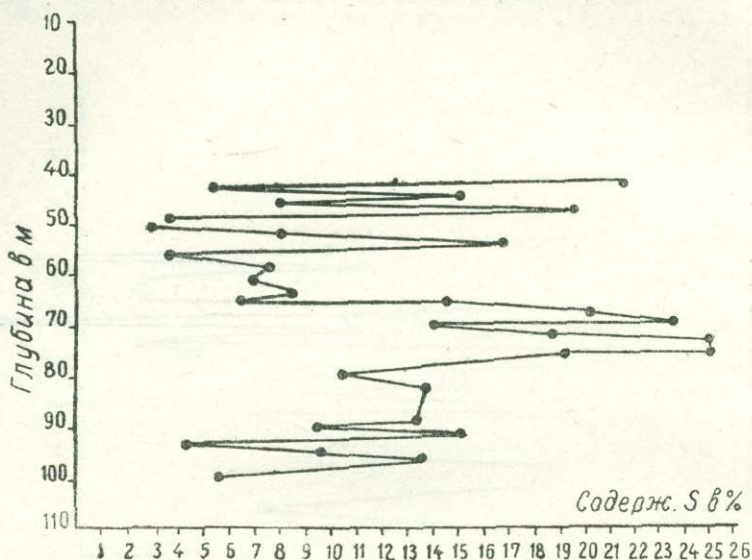


Рис. 58. Диаграмма колебания содержания серы с глубиной выработки (скв. № 10)

Вторичные кварциты — белесовато-серого цвета, плотные, с мелкозернистой структурой, содержат рассеянную вкрапленность пирита.

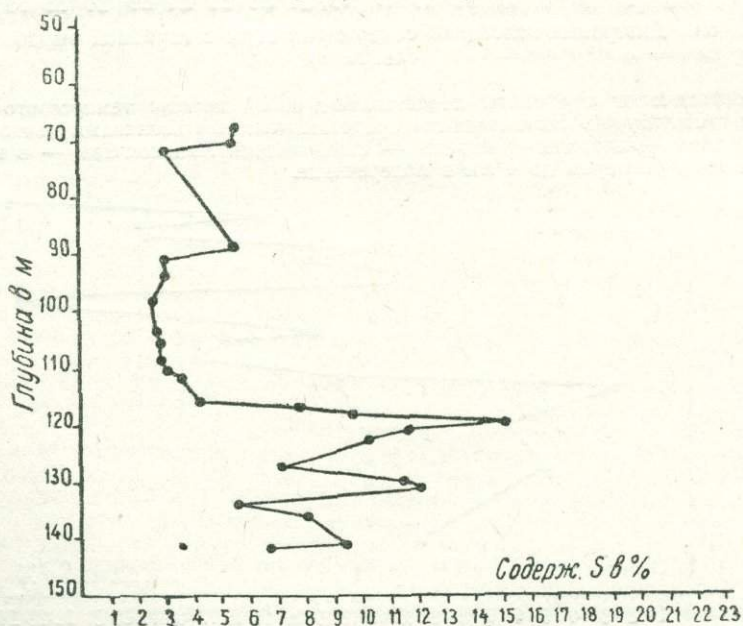


Рис. 59. Диаграмма колебания содержания серы с глубиной выработки (скв. № 11)

На глубине 44,2—46,2 м вторичный кварц насыщен пиритом, образующим весьма густую равномерную вкрапленность. Размеры зерен выдержаны в пределах 1—2 мм. Кристаллики имеют резко ограниченные контуры. На глубине 48,2—50,0 м

в крупных скоплениях имеются следы замещенных кристаллов магнетита и титаномагнетита. Здесь встречен халькопирит. На глубине 91,5—97,45 м сплошные поля пирита сильно корродированы вторичным кварцем, местами с образованием скелетных структур. Участками наблюдается брекчированный пирит. По извилистым микротрещинкам проникает халькопирит, образуя иногда причудливое сплетение или густую сетку. Включения магнетита более интенсивные. Изредка встречаются гематит, ильменит, халькопирит (последний в значительной степени замещен халькозинитом). На глубине 97,45 — 103,60 м появляются жильоподобные скопления пирита в окварцованных кварцевых порфирах, характеризующиеся тонкой вкрапленностью, которая концентрируется в промежутках между эвгедральными зернами первичного кварца и измененными зернами полевых шпатов. Крупные зерна его корродированы вторичным кварцем.

С глубиной (109,55—117,0 м) вкрапленность пирита заметно уменьшается. Фенокристаллы кварца разбиты микротрещинками, заполненными пиритом и глинистым минералом.

Диаграмма характеризует периодичность колебания содержания серы в кварцпорфировой толще, причем колебание происходит очень часто, как, например, в верхних горизонтах рудоносной толщи, где колебание повторяется более 5 раз на глубинах 40, 50, 65, 80. На кривой различаются 5 пик, соответствующие наиболее обогащенным участкам, в которых содержание серы достигает 17, 21, 23, 25%. В нижних горизонтах кварцпорфировой толщи ниже 80 м содержание этого элемента уменьшается до 6% (рис. 58).

**Скв. № 11.** Наименьшая концентрация серы, как показывает кривая (рис. 59), характерна для верхних горизонтов кварцпорфировой толщи (70—120 м), где среднее содержание серы равно 4%. На глубине же 120 м кривая резко идет вверх, образуя пику. В этой точке содержание серы доходит до 15% и выше. Ниже 120 м содержание этого элемента уменьшается.

**Скв. № 13.** Разрез скважины начинается с порфиритов и их туфов мощностью 32 м. Затем следуют горизонты туфобрекчий и туфопесчаников мощностью 35 м. Они сменяются зоной сильно метаморфизованных кварцевых порфиров мощностью 105 м, которая и содержит оруденение. Последнее выражено здесь неравномерно и колеблется в широких пределах. Встречены участки пустых пород мощностью от 5 до 7 м. Пирит сконцентрирован в верхних горизонтах рудной зоны. С глубины 117 м до конца скважины разрез представлен вторичными кварцами.

Колебание содержания серы с глубиной показано на диаграмме (рис. 60).

Верхние горизонты рудоносной толщи слабо пиритизированы и содержат до 16% серы. Такое оруденение характерно до глубины 80 м. Интенсивное оруденение кварцевых порфиров начинается с глубины 90 м. Кривая здесь образует пику, соответствующую содержанию серы до 32%. Однако в более нижних горизонтах, как правило, оруденение слабое и содержание серы уменьшается.

**Скв. № 15.** Кривая показывает периодическое изменение содержания серы, причем это колебание выражено очень резко — в интервале от 2 до 36% (рис. 61).

Значительное количество серы находится в верхних горизонтах вмещающих пород, где ее содержание достигает 36%. Пики на кривой соответствуют максимальному количеству пирита в кварцевых порфирах. В этих точках содержание серы доходит до 24—36%. На глубине 100 м содержание серы резко падает до 2—3%. Ниже 100 м снова наблюдается увеличение серы до 24%. Ниже 110 м оруденение становится убогим и содержание серы падает до 2%.

**Скв. № 16.** Разрез начинается измененными брекчированными породами, мощность которых доходит до 56 м. Макроскопически породы зеленовато-серого цвета, рыхлые, легко крошатся. Они хлоритизированы, кальцитизированы и каолинизированы. Пиритовые скопления — в виде угловатых включений размером 2×10 см. На фоне разрушенной породы рельефно выделяются триклинические псевдоморфозы галлуазита по полевому шпату. По цвету они зеленоватые, желтоватые, размер кристаллов доходит до 1,5×1 см.

Брекчированная зона сменяется вторичными кварцитами, которые содержат пирит в виде мелкозернистого агрегата. Пирит также встречен в виде прожилков мощностью 1 см и брекчированных включений размерами 2×1 см. Мощность вторичных кварцитов доходит до 7 м, а среднее содержание серы в этом интервале — 28%.

В аншлафе с глубины 62,9—65,1 м встречается слитного характера пирит в состоянии с вторичным кварцем второй генерации. Зерна пирита разбиты мельчайшими волосными трещинами. Совместно с пиритом в этих трещинах в небольшом количестве содержится халькопирит. В их парагенезисе участвуют редкие зерна сфалерита.

Кривая (рис. 62) говорит о резких изменениях содержания серы с глубиной. У кровли метаморфизованных кварцевых порфиров до глубины 70 м оруденение наиболее обогащенное. Содержание серы здесь — около 42%. Ниже 70 м происходит резкое уменьшение содержания этого элемента (до 3%).

**Скв. № 17.** Вначале (до 14 м) скважина проходит по туфопесчаникам, которые затем сменяются зоной брекчированных пород мощностью 27 м. Макроскопически породы зеленовато-серого цвета, вследствие изменения вторичными процессами — рых-

ые, легко крошатся. На фоне рыхлой массы выделяются кристаллические псевдоморфозы галлуазита зеленоватого цвета. Твердость его — около 1.

Далее вскрывается оруденелая зона кварцевых окварцованных порфиров мощностью 84 м.

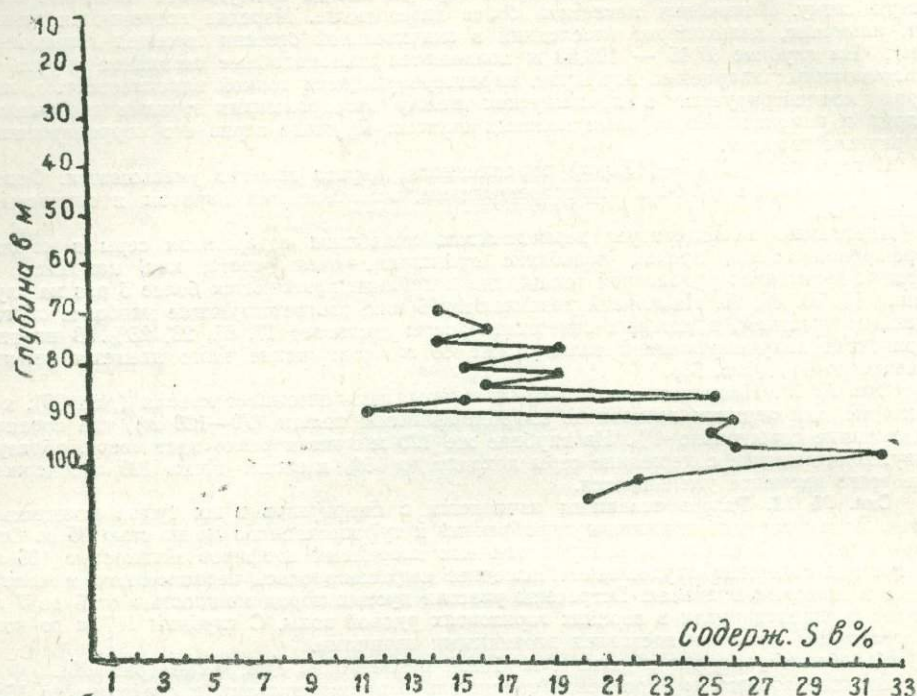


Рис. 60. Диаграмма колебания содержания серы с глубиной выработки (скв. № 13)

Макроскопически порода белесовато-серого цвета, структура порфиробластическая. Вкрапленники представлены кварцем и полевыми шпатами. Кварц в виде кристаллов овальной формы размером до 0,5 см в поперечнике. Полевые шпаты в виде таблитчатой формы размером до 3 мм в поперечнике. Они сильно изменены вторичными процессами.

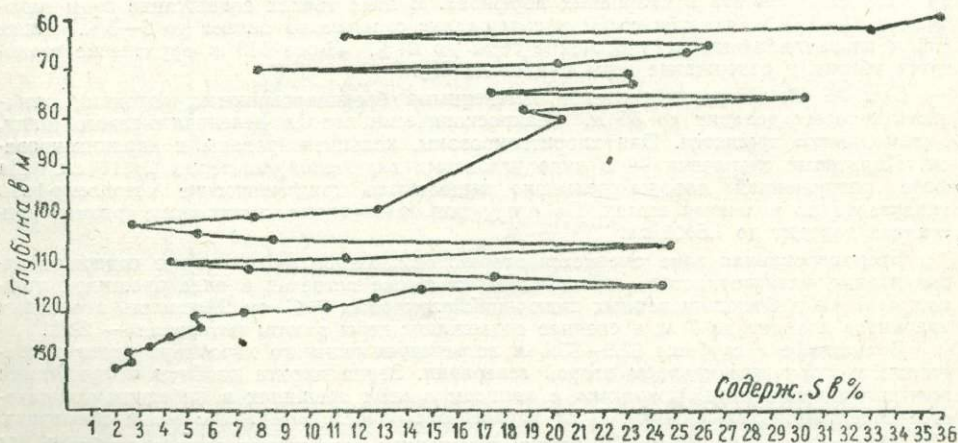


Рис. 61. Диаграмма колебания содержания серы с глубиной выработки (скв. № 15)

Оруденение в породе неравномерное. В верхних горизонтах кварцпорфировой толщи наблюдается обогащенное оруденение. Встречены участки интенсивной каолинизации.

Пирит образует плотные кристаллические скопления, зерна его разбиты трещинами и корродированы. Промежутки между отдельными скоплениями (полями) заполнены дробленным пиритом. В сплошных ненарушенных полях пирита наблюдаются небольшие включения сфалерита и халькопирита.

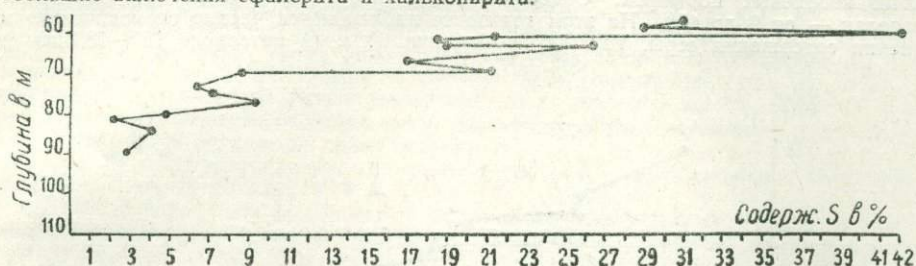


Рис. 62. Диаграмма колебания содержания серы с глубиной выработки (скв. № 16)

Кривая характеризует ритмичное колебание серы на глубине от 30 до 80 м (рис. 63). На протяжении этих 50 м отмечается по крайней мере 9 пик. Кривая показывает сначала слабую концентрацию серы у кровли метасоматически измененных квар-

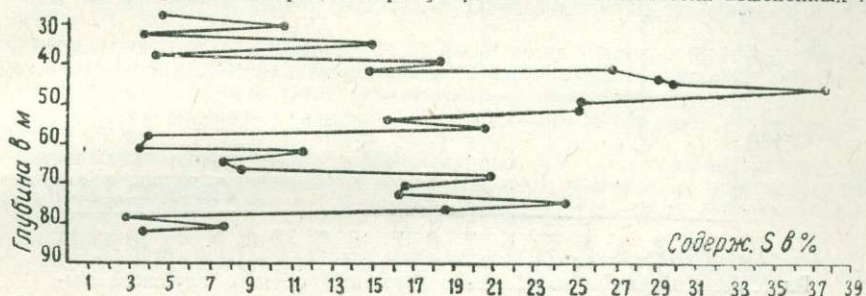


Рис. 63. Диаграмма колебания содержания серы с глубиной выработки (скв. № 17)

цевых порфиров, где содержание этого элемента доходит до 13%. С глубины 45 м кривая идет на повышение и образует пик, соответствующую содержанию серы до 37%. Ниже 60 м в более глубоких горизонтах оруденение также постепенно уменьшается.

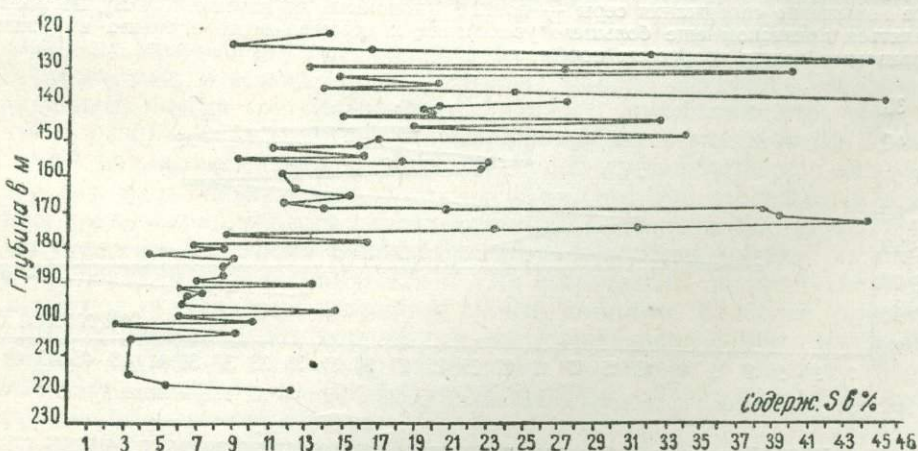


Рис. 64. Диаграмма колебания содержания серы с глубиной выработки (скв. № 20)

Скв. № 18. Вверху разрез представлен брекчинрованными породами, мощность которых доходит до 12 м. Далее следует рудная зона, вмещающими породами которой являются вторичные кварциты мощностью 60 м.

Пирит в этом интервале распространен неравномерно, в виде мелкозернистого агрегата. Оруденение встречено на глубине от 12 до 27 м, а далее, до конца скважины, разрез представлен безрудными породами. Среднее содержание серы в указанном интервале — 13%.

Скв. № 20. Диаграмма наглядно рисует картину уменьшения содержания серы с глубиной (рис. 64).

Наибольшее содержание серы приурочивается к верхним горизонтам рудоносной толщи кварцевых порфиров. Содержание серы в этой части колеблется в больших пределах — от 9 до 45%. На этом горизонте наблюдаются частые периодические изменения содержания серы. Так, на протяжении 60 м (в интервале 120—180 м) на

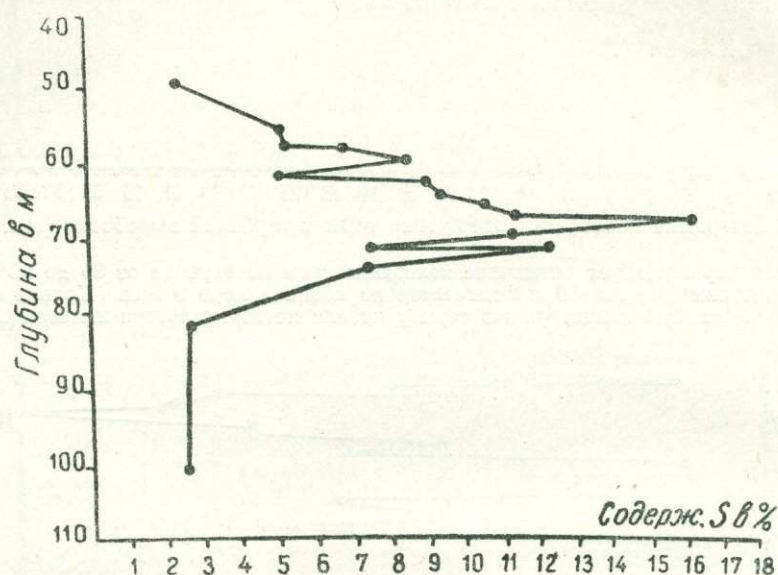


Рис. 65. Диаграмма колебания содержания серы с глубиной выработки (скв. № 21)

кривой отмечается 5 пик. Наиболее обогащенные участки выражены на кривой тремя основными пиками (44—45% серы) и двумя промежуточными (с содержанием серы 33—39%). Первая пика соответствует глубине 130 м, вторая—140 м, третья—180 м. Промежуточные пики находятся на глубинах 130 и 150 м. На глубине более 180 м сруднение постепенно ослабевает, причем содержание серы доходит до 3%. Некоторое повышение содержания серы — до 12% (например, на глубине 222 м), не может являться признаком еще большего увеличения количества этого элемента в нижних горизонтах толщи кварцевых порфиров.

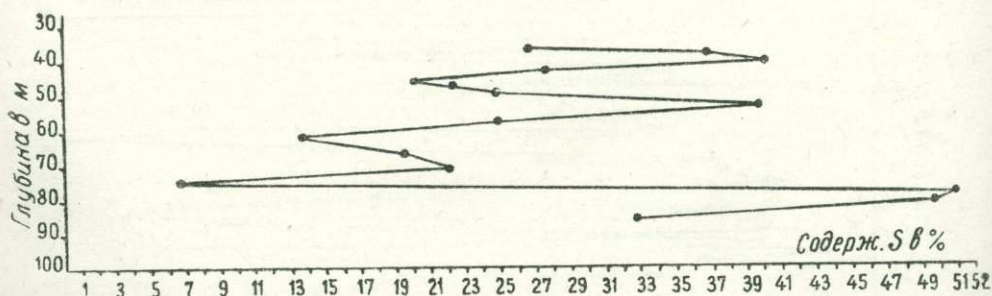


Рис. 66. Диаграмма колебания содержания серы с глубиной выработки (скв. № 60)

Скв. № 21. Кривая на диаграмме показывает слабую пиритизацию в верхних горизонтах кварцпорфировой толщи (рис. 65).

Содержание серы здесь убогое, всего около 2%. На глубине 70 м наблюдается некоторое увеличение этого элемента. Максимальное содержание серы доходит до 16%. Ниже 80 м кривая снова резко падает, и в нижних горизонтах содержание серы достигает 3%.

Скв. № 60. Вначале скважина проходит по туфопесчаникам (до 15 м), затем толща сменяется зоной окварцованных порфиров. Мощность зоны — 30 м.

Начиная с глубины 45 м на протяжении 22 м фиксируется весьма интенсивный метасоматоз.

Пиритизация во всей зоне произошла крайне неравномерно. Встречаются участки с бедной рудой и интенсивно пиритизированные. На глубине 68 м от устья скважины встречен участок вторичного кварцита с мелкоштокковым сплошным пиритом. Среднее содержание серы — 22%.

Колебания содержания серы на глубине иллюстрируются кривой (рис. 66).

Кривая характеризует периодичность в оруденении, причем точки с наибольшим оруденением выражены тремя пиками. Первая пика соответствует глубине 40 м (содержание серы—до 38%), вторая — глубине 60 м (содержание серы—до 39%). На глубине 75 м происходит резкое уменьшение этого элемента до 7%. Ниже 75 м кривая идет на повышение, образуя пик, соответствующую содержанию серы до 41%. На глубине 80 м оруденение снова беднеет.

Скв. № 63. Вверху разрез скважины представлен делювиальными отложениями, мощность которых доходит до 4 м.

Далее следует зона разрушенных порфиритов мощностью до 9 м, которые переходят в окварцованные кварцевые порфиры (вторичные кварциты). Мощность последних — 48 м.

В верхних горизонтах вторичных кварцитов (до 3 м) вскрывается более интенсивное оруденение. Пирит здесь встречен в виде сплошного скопления с содержанием серы до 36,38%. Затем (в интервале 5 м) пирит обогащается кварцем.

Начиная с этого места и до конца скважины разрез представлен неодинаково пиритизированными вторичными кварцитами. Среднее содержание серы — 19%.

Скв. № 66. Вверху разрез представлен крупнозернистым порфиритом мощностью 32 м.

Макроскопически порфириты зеленовато-серого цвета, структура порфировая. Вкрапленники представлены плагиоклазами и темноцветными компонентами. Те и другие в некоторой степени подвергнуты вторичному изменению.

Эти породы сменяются оруденелыми кварцевыми порфирами, мощность которых достигает 40 м.

Интенсивность пиритизации кварцевых порфиров здесь крайне неравномерна и колеблется в широких пределах — от редкой вкрапленности до участков сплошного пирита с содержанием серы от 19 до 35%. Среднее содержание серы — 23%.

## ПОКРОВНЫЕ ВУЛКАНОГЕННЫЕ ПОРОДЫ

Кварцевые порфиры покрываются мощной толщей вулканогенных пород, свидетельствующих об интенсивной вулканической деятельности в средней юре (бат). Они в бассейне р. Кюракчай получили широкое развитие и представлены различного типа порфиритами и их туфами и туфоконгломератами. Местами между кварцевыми порфирами и покровными породами встречаются базальные конгломераты, состоящие преимущественно из обломков и катышей кварцевых порфиров, цементированных мелкозернистой песчанистой массой и туфовым материалом. В оруденелых участках среди обломков можно встретить вторичные кварциты, иногда со следами сульфидного оруденения. Этот горизонт имеет различную мощность—от выклинивающихся участков до 30 м.

На кварцевые порфиры налегают бурые туфопесчаники с зеленоватым оттенком, перекрывающиеся зелеными, местами с розоватым оттенком крупновкрапленными плагиоклазовыми порфиритами с их зернистыми туфами и плотными туфобрекчиями. В зернистых туфах с крупными вкраплениями плагиоклазов (до 3 см) встречаются обломки кварцевых порфиров и вторичных кварцитов. Этот комплекс наиболее отчетливо прослеживается у Тоганалинского месторождения, затем на правом склоне долины р. Кюракчай, на подъеме на кочевки и на озеро Маралгель. Мощность его колеблется от 30 до 90 м. К юго-западу от месторождения он выклинивается.

Выше крупновкрапленных плагиоклазовых порфиритов и их туфов и туфобрекчий залегают туфоконгломераты и туфобрекчии, которые получили наибольшее распространение в районе селения и месторождения Тоганалы, прослеживаясь на правом склоне р. Кюракчай в направлении сс. Аджиакперли, Азгиллы, далее к р. Ахсу и в ряде мест отдельными участками. Нередко этот горизонт непосредственно налагает на эродированную поверхность кварцевых порфиров. Размеры обломков сильно варьируют, достигая 15 см и больше. В среднем размеры их—

3—5 см. Мощность этого горизонта—от 50 до 150 м. На нем залегает мощная порфирировая серия, слагающаяся из отдельных потоков, различающихся по минералогическому составу и структурным особенностям. Все эти потоки принадлежат к единому магматическому циклу и извержение их происходило последовательно, приурочиваясь ко времени определенных тектонических передвижек в бате. Таких потоков, не считая нижних крупновкрапленных порфиритов и их туфов и туфобрекчий, в районе наших исследований насчитывается четыре. Местами количество потоков уменьшается до трех или до двух.

В зависимости от условий застывания эффузивной массы изменяются петрографические особенности пород этих потоков.

Нижние два потока характеризуются темнозеленой окраской. У подошвы они содержат пироксены, а несколько выше наряду с пироксенами появляется роговая обманка. В этих породах наблюдается и брекчированность, особенно в их верхних частях. Местами порфириты содержат кварц.

Верхние потоки имеют аналогичный характер, но в них плагиоклазов сравнительно больше. Несколько повышается также содержание роговой обманки. Окраска их становится светлее, часто приобретает буроватый или желтоватый оттенок. После второго потока встречен маломощный (10—15 м) горизонт туфобрекчий с подчиненными им туфами и туфопесчаниками. Мощность потоков—от 50 до 120 м.

Часто на периферийных участках можно встретить миндалекаменные образования, в которых миндалины сферической формы заполнены кальцитом, хлоритом и цеолитом.

На основании литологического состава этой толщи, особенно туфогенного материала, и нахождения в последнем фауны, можно констатировать подводные извержения среднеюрского вулканического процесса.

Породы эти трещиноваты; трещинки заполнены кальцитом или другими вторичными минералами.

### Плагиоклазовые порфириты

Номенклатура описываемой породы определяется в зависимости от соотношения плагиоклазов и темноцветных компонентов. Плагиоклазовые порфириты различаются по окраске (темносерые, фиолетовые, розоватые и зеленоватые), структуре и степени выветрелости. При этом ясно выделяются светлые вкрапленники плагиоклаза.

Структура их монофировая, олигофировая и плезифировая. Встречаются и афировые разности. Основная масса гиалопилитовая, пилотакситовая, а иногда и фельзитовая. Она состоит из микролитов плагиоклаза, раскристаллизованного стекла и точечного рудного минерала. Размеры микролитов—до 0,05—0,1 мм. В основной массе измененных разностей принимают участие вторичный кварц, альбит, эпидот, хлорит, лимонит, а также высокодисперсные частицы, загрязняющие породу.

Лейсты вкрапленников плагиоклаза удлиненные и короткие около 1—2 мм, и до 3 мм (рис. 67). Они выражены простыми или полисинтетическими двойниками, реже зональными. В таких индивидах средняя часть более подвержена изменению. Кристаллики плагиоклаза в зависимости от степени их изменения замещаются вторичными минералами (кальцит, хлорит, эпидот, альбит и кварц). Углы погасания в симметричной зоне сдвойникованных плагиоклазов—19—24°, что соответствует андезину ряда 36—45%  $Al_2O_3$ .

Среди плагиоклазовых порфиритов иногда можно встретить в большом количестве пироксен или амфибол, а из аксессуарных—апатит.

Рудный минерал (магнетит) входит как в состав основной массы, так и находится в виде вкрапленных выделений. Изредка встречаются железная слюдка кроваво-красного цвета и пирит, часто лимонитизированный. Лимонит также наблюдается в виде тонкой каемки вокруг вкрапленников.

В отдельных шлифах встречаются мелкие зерна кварца, слегка резорбированные с поверхности.

Листочки хлорита неправильной или овальной формы в виде сферокристалликов или розеточек. В таких листочках наблюдается скользящее погасание.

Подсчет количественно-минералогического состава дает следующие результаты (среднее из семи шлифов в %);

Основная масса	— 81,2
Плагиоклаз	— 14,5
Рудные минералы	— 1,0
Вторичные минералы	— 3,3

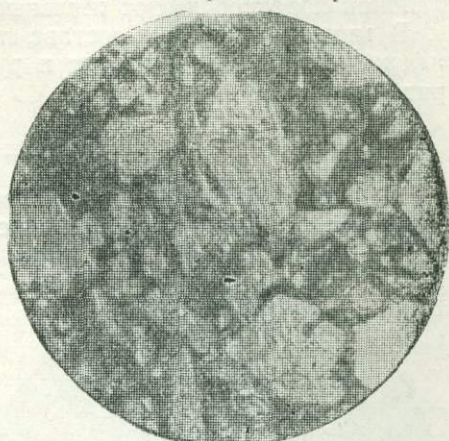


Рис. 67. Плагиоклазовый порфирит из покровных вулканогенных пород. Вкрапленники относятся исключительно к плагиоклазу  
Ув. 25. Николи+

### Пироксеновые порфириты

Эти порфириты в структурном и минералогическом отношении близко стоят к вышеописанным порфиритам, отличаясь по содержанию пироксенов. Порода характеризуется более темными—зеленоватыми цветами до черного. В основной массе легко различаются вкрапленники плагиоклаза (до 2,5 мм) и темнозеленого цвета короткопризматические пироксены [до 2 мм по оси (001)].

Под микроскопом структура порфировая, олигофировая с пилотакситовой или микролито-фельзитовой основной массой, в которой участвуют микролиты плагиоклаза, стекловатый базис, а также точечный рудный минерал. Основная масса часто метаморфизована, что обычно выражено хлоритизацией.

В некоторых шлифах наблюдалась и флюидальная структура.

### Роговообманковый порфирит

Собственно покровного характера роговообманковый порфирит в бассейне р. Кюракчай широкого распространения не имеет. Он являет-

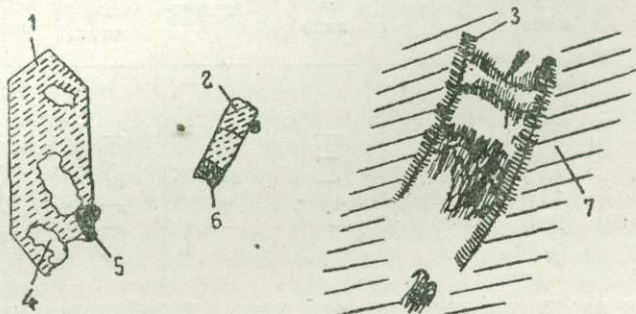


Рис. 68. Характер изменения минералов в пироксеновых и роговообманковых порфиритах.

1, 2, 3—хлорит; 4—кварц и альбит; 5—рудные; 6—эпидот; 7—основная масса

ся как бы разновидностью описанных выше двух типов порфиров, содержащих некоторое количество роговой обманки (рис. 68).

Иной характер имеют жильные типы роговообманковых порфиров.

В минералогическом составе породы принимают участие плагиоклазы, роговая обманка, апатит и рудный минерал, а из вторичных—хлорит, эпидот и цоизит.

### Туфопесчаники

Породы обнажаются над кварцевыми порфирами. По долине р. Тоганалысу они выступают на гипсометрических отметках скв. № 5, 17, выше штольни № 3, у скв. № 63, 66 и т. д. и прослеживаются в западной части до скв. № 23. Благодаря тектоническому разрыву у западной балки, где расположена скв. № 21, эти туфопесчаники занимают более широкое и ступенчатое положение. Восточнее, недалеко от скв. № 65, они заворачивают на северо-восток, к балке Камышлыдере. Здесь они опять прерываются тектоническим нарушением и покрывают кварцевые порфиры. Мощность этих туфопесчаников, судя по обнажениям и скважинам, варьирует в различных пределах, достигая 30 м. Азимут падения их—СВ 30—40°,  $\angle 1^{\circ}$ —20°.

В литологическом отношении туфопесчаники характеризуются средне- и мелкозернистым строением, серозеленоватым цветом. Они довольно плотно сцементированы. В них найдена среднеюрская фауна, точнее неопределимая.

Под микроскопом порода характеризуется кластической структурой, причем наряду с пирокластическим материалом в минералогическом составе ее принимает участие и литокластический, являющийся преимущественно продуктом дезинтеграции подстилающего кварцевого порфира (рис. 69).

Подсчет минералов окуляр-микрометром показал следующее процентное соотношение (табл. 13).

Таблица 13

№ и место взятия образца	Плагио- клас	Кварц	Орто- клас	Кальцит	Измен. темн. компон.	Рудный минерал	Цементн. масса
2370 (Камыш- лыдере)	10,5	22,9	—	4,0	—	1,4	61,2
2372	7,9	8,3	—	—	1,8	2,0	80,0
2379 (у скв. № 63)	40,3	5,5	—	3,8	1,0	4,3	44,5
2384	36,0	5,0	4,5	—	—	1,9	52,5
2388 (у скв. № 5)	20,3	16,5	—	—	—	1,2	62,0

В нижних слоях туфопесчаников кварц преобладает над полевыми шпатами и другими минералами. Выше же наблюдается обратная картина. В значительной части зерна кварца угловаты, но нередко полу-

окатанные и окатанные зерна. Размеры их различны. Отдельные кристаллы нередко разбиты на одновременно погасающие кусочки, что придает им мозаичную структуру. Иногда кристаллы корродированы. Это относится обычно к литокластическому кварцу, причем по периферии кристаллов можно наблюдать тонкие каемки пелитовых частей.

### Крупнообломочные туфобрекчии и туфоконгломераты

Эти породы обычно переслаиваются с порфиритами или покрывают кварцевые порфиры. Обломочные туфобрекчии и туфоконгломераты характеризуются туфовым цементом. Наибольшее развитие они получили в верхней части обоих склонов долины р. Кюракчай, в верховьях р. Тоганалысу и т. д. Мощные туфогенные породы обнажаются выше сел. Аджиакперли. У Тоганалинского месторождения крупнообломочные туфобрекчии и туфоконгломераты покрывают порфириты. Начинаясь у скв. № 23, они прослеживаются далее на север и северо-восток в направлении Чирагидзора. На правом склоне Тоганалысу они также покрывают порфириты или залегают непосредственно на кварцевых порфирах. В ряде мест фиксируется несогласное залегание их на туфах кварцевых порфиров. Мощность их варьирует в больших пределах—от 1—2 до 20 м и больше.

В рассматриваемой группе пород туфы, туфобрекчии, туфоконгломераты, брекчиированные порфириты, туфопорфириты по отношению друг к другу определенной стратификацией не характеризуются. Фациальная изменчивость и взаимные переходы между ними наблюдаются в широких пределах.

Обломочные материалы относятся к пирокластам (плагноклазовым и пироксеновым порфиритам), но среди них в подчиненном количестве встречается и литокластический материал (гальки кварцевых порфиров, часто окварцованных, нижних туфопесчаников и плагноклазовых порфиров). Непосредственно над кварцевыми порфирами эти породы принимают в некоторой степени базальный характер. Обломки остроугольные, реже овальные. Размеры их—от микроскопических до 5—10 см.

По минералогическому составу и структуре они отличаются от покровных порфиритов большей измененностью и наличием литокластических и пирокластических обломков. Поэтому на минералогическом описании их мы не останавливаемся. Отметим лишь, что из вторичных минералов в их состав входят кальцит, хлорит, лимонит и мелкодисперсная масса. Эти же минералы входят в цемент, который представлен типичным туфогенным материалом, часто с раскристаллизованным стеклом.

### Плотные зеленые туфобрекчии

Описанные выше туфопесчаники располагаются на зеленокаменного типа породах, которые представлены плотными зелеными туфобрекчиями или зернистыми туфобрекчиями с крупными вкрапленниками плагноклазов. В восточной части планшета они участками покрываются крупновкрапленными зелеными порфиритами.

Плотные зеленые туфобрекчии занимают сравнительно широкое поле в западной части планшета. Их видимая мощность у скв. № 21 доходит до 80 м и уменьшается (скв. № 6 и 9) как в западном, так и в восточном направлении. Это объясняется скрытием их под покрывающими породами и появлением сброса у скв. № 5 и 21. Брекчиевые включения представлены в основном порфиритом, достигая размера 10 см.

Обломки пород составляют около 17,0%. Обломки в шлифе—зеленовато-темносерые с густой или слабой вкрапленностью рудных минералов. Встречаются обломки вторичного кварцита мозаичной структуры с фенокристаллами кварца первой генерации.

Количественно-минералогический состав, подсчитанный сетчатым окуляр-микроскопом, следующий (в %):

Плагиоклаз и псевдоморфозы по нему	— 22,2
Кварц	— 1,5
Хлорит	— 6,0
Кальцит	— 3,5
Актинолит	— 0,7
Рудные минералы	— 6,5
Обломки пород	— 17,0
Цементная масса	— 40,5

В минералогическом составе пород принимают участие полевые шпаты, кварц, магнетит, титано-магнетит, апатит, кальцит, хлорит, актинолит, пирит и лимонит.

### ЗЕРНИСТЫЕ ТУФЫ И ТУФОБРЕКЧИИ С КРУПНЫМИ ПОРФИРОВЫМИ ВКЛЮЧЕНИЯМИ ПЛАГИОКЛАЗОВ

Эти породы оказались чрезвычайно интересными как для понимания истинной геологической картины месторождения, так и для исследования. Эти туфы и туфобрекчии слоисты, причем в нижней части крупных вкрапленников плагиоклаза меньше, чем вверху.

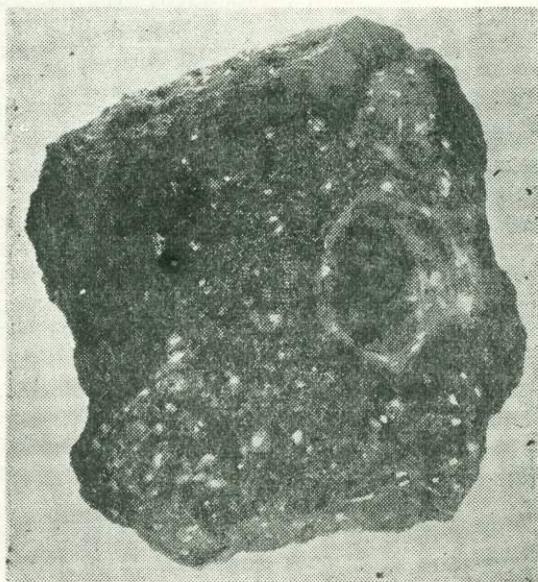


Рис. 70. Зернистая туфобрекчия с крупными включениями плагиоклазов (до 3 см в длинном измерении). В верхнем правом углу видны два включения кварцевых порфиров с порами кубической формы, из которых выщелочены кристаллики пирита. Крупное включение в правом краю—вторичный кварцит с каймой из продуктов последующих изменений (1/2 натуральной величины).

Размеры вкрапленников в зернистых брекчиях достигают 3 см. В них же встречаются крупные обломки кварцевого порфира, вторичных кварцитов и других пород (рис. 70), свидетельствующие о том, что образование вторичных кварцитов имело место до формирования описываемых туфобрекчий.

Описываемые породы получили большое распространение западнее скв. № 10, у скв. № 3 они расширяются, затем вследствие нарушения южнее скв. № 8—резко суживаются, продолжаясь к скв. № 12. Далее они прерываются тектоническим разрывом по р. Камышлыdere, затем на ее левом склоне, против штольни № 1, обнажаются в виде более мощного горизонта.

Характер туфов и туфобрекчий на небольшом промежутке по мощности изменяется. В одних участках они зернисты и содержат сравнительно малое количество плагиоклаза, а в других последний имеет вид более густых скоплений. В породе наблюдаются и призмочки роговой обманки. Как показали наши исследования, туфобрекчий являются материнскими породами зеленоватых каолинизированных туфобрекчий с псевдоморфозами галлуазита по описанным плагиоклазам.

Под микроскопом порода характеризуется типичным туфобрекчиевым сложением с такситовой структурой и состоит из пирокластического материала.

Ясно наблюдается брекчированность породы. Материнская порода состоит из микролитов, промежутки которых заполнены раскристаллизованной хлоритизированной стекловатой и пелитовой массой.

Микролиты представлены вытянутыми плагиоклазами, в некоторой степени кальцитизированными, имеющими вид простых двойников. Темноцветные микролиты хлоритизированы.

Плагиоклазовые лейсты в значительной степени кальцитизированы, а местами альбитизированы. Последний процесс наблюдается реже и сопровождается образованием кварца.

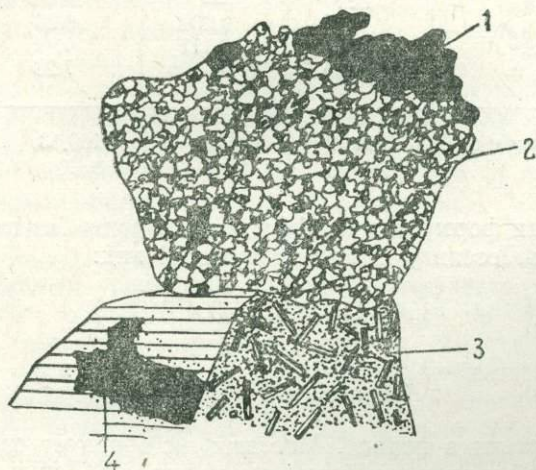


Рис. 71. Обломок вторичного кварцита с пиритом в шлифе из туфобрекчий над толщей кварцевых порфиров

1—пирит; 2—кварцит; 3—микролиты в основной массе; 4—плагиоклаз

Полностью кальцитизированный плагиоклаз имеет ячеистый характер, что объясняется выщелачиванием из псевдоморфоз карбонатных частиц.

Хлорит мелкочешуйчатый. Нередко попадаются зерна размером 0,02—0,03 мм. Он обладает скользящим погасанием. Иногда хлорит образует оторочки вокруг минералов и обломков. Довольно интересны обломки вторичного кварцита с вкраплениями пирита. О более крупных гальках его говорилось выше.

Вторичный кварцит имеет мозаичный характер, состоит из плотно прилегающих друг к другу мелких кристалликов кварца с некоторым содержанием пелитовых частиц.

В шлифе пиритовые точечные и больших размеров вкрапления приурочиваются именно к вторичному кварциту (рис. 71). Они образуют также мелкие агрегаты, нередко заполняя пустоты в кварците. По форме вкрапления различаются изометрические зерна или кубической формы, местами с пентагональным очертанием.

В таблице 14 приведены два химических анализа туфобрекчий с крупными вкрапленниками плагиоклаза.

Таблица 14

Компоненты	Порода без вкрапленников		Вкрапленники плагиоклаза	
	вес. %	мол. кол.	вес. %	мол. кол.
SiO <sub>2</sub>	45,40	0,756	46,75	0,778
TiO <sub>2</sub>	0,07	—	0,16	0,002
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22,50	0,221	19,85	0,194
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,32	0,002	3,59	0,023
FeO	1,58	0,022	2,66	0,037
MnO	0,17	0,002	0,40	0,006
CaO	13,10	0,234	9,45	0,168
MgO	0,52	0,013	3,48	0,085
Na <sub>2</sub> O	0,03	—	0,93	0,015
K <sub>2</sub> O	4,02	0,042	3,40	0,036
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	нет	—	нет	—
SO <sub>3</sub>	0,15	0,002	0,26	0,004
H <sub>2</sub> O <sub>-110°</sub>	2,01	0,111	0,92	0,050
П. п. п.	10,35	—	7,28	—
Сумма	100,42	—	100,13	—

Магматическая формула и коэффициент породы без вкрапленников по Ф. Ю. Левинсон-Лессингу имеют следующий вид:

$$1,4 \overline{RO} \cdot R_2O_3 \cdot 3,4 SiO_2$$

$$\alpha = 1,54$$

$$R_2O : RO = 1 : 6,45$$

Магнетит рассеян в породе. Местами он образует скопления. Различаются первичный и вторичный рудные минералы. Зерна первичного магнетита несколько больше.

Измененные туфобрекчии с крупными псевдоморфозами галлуазита по плагиоклазу

Благодаря воздействию сернокислых растворов, образующихся при выщелачивании серного колчедана из кварцевых порфиров, расположенных гипсометрически в более высоких участках месторождения, зернистые туфобрекчии и их крупные порфировые выделения в основном каолинизированы, окварцованы и серицитизированы.

Зернистые туфобрекчии и их вторичные преобразования изучались особенно тщательно, поскольку они считаются «брекчиями, возникшими

на тектонических контактах», и при проведении геолого-разведочных работ являются ориентиром для прослеживания рудных концентраций. Нарушения по этим тектоническим контактам также считаются «рудоподводящими каналами».

Наши исследования позволяют разрешить вопрос о принадлежности каолинизированных пород к зернистым брекчиям с вкрапленными плагиоклазами и опровергнуть существующее мнение об образовании их в тектонических зонах. Этот вопрос имеет также существенное значение при объяснении генезиса месторождения в целом.

Измененные зернистые туфоорекции довольно широко распространены и встречаются на различных глубинах. В частности, по ним несколько метров пройдено в штольне № 3, они обнаружены в скв. № 16 на глубине 45–55 м и т. д. На этой породе из штольни № 3 отчетливо наблюдается зеркало скольжения, еще ярче оно выражено на участках с большим содержанием галлуазита. Порода зеленовато-серого цвета, имеет брекчиевый облик, жирная наощупь, структура порфировидная. Благодаря малой твердости она легко крошится. Крупных выделений довольно много. В минералогическом составе породы, кроме галлуазита, принимают участие первичный и вторичный кварц, серицит (и парагонит), цеолиты (анальцит), пирит и железная слюдка.

Галлуазит зеленого или желтоватого (часто по периферии) цвета образует псевдоморфозу по вкрапленному основному плагиоклазу, сохраняя форму совершенно развитых триклинических кристаллов, осложненных комбинациями. Размеры псевдоморфоз колеблются от микроскопических до 5 см в длинном измерении и 2 см в поперечном.

Принадлежность минерала к основному плагиоклазу подтверждена не только микроскопическими и химическими анализами, но и гониометрическими измерениями углов псевдоморфоз галлуазита (рис. 72).

Псевдоморфозы представляют собой жирные наощупь образования, вкрапленные в химически измененную породу. Выделенные из породы псевдоморфозы имеют форму кристаллов параллелепипедального облика с небольшим числом граней. Было измерено два «кристалла».<sup>1</sup> Измерение показало, что кристаллы, по которым образовались псевдоморфозы, принадлежат к триклинной сингонии. На поперечных изломах псевдоморфозы сохранились следы спайности кристалла по двум пересекающимся под углом 85° плоскостям. По одной из плоскостей спайность выражена более отчетливо. Углы между гранями, характер спайности, облик кристаллов и их нахождение в виде вкрапленников свидетельствуют о том, что псевдоморфозы эти — по кристаллу битовнита.

На рис. 72 изображен несколько идеализированный кристалл, по облику и развитию форм приближающийся к кристаллу № 1 (брусковый тип). Однако на рисунке добавлена грань е-021, отсутствующая на кристалле № 1 и развитая на кристалле № 2 (плоский обломок). Наблюдались следующие формы:

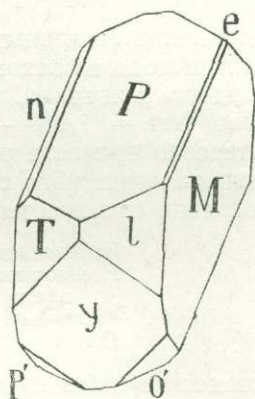


Рис. 72. Псевдоморфоза галлуазита по основному плагиоклазу в измененной нисходящими сернокислыми растворами зернистой туфобрекчии

<sup>1</sup> Измерения по нашей просьбе произведены проф. Г. Г. Леммлейн.

Р—001	совершенная спайность	е—121
М—010	менее совершенная спайность	У—201
Т—110		Р—111
П—110		О—111

Углы, измеренные прикладным гониометром с точностью не более  $\pm 2 - 3^\circ$ , следующие:

PM—85°	Pe—58°
Te—55°	PT—51°
Me—61°	PU—80°

Положение остальных граней было определено на стереографической проекции исходя из закона зон.

Твердость минерала, как и всей породы, около 2. Коэффициент преломления  $N_m = 1,480 - 1,500$ .

Интересно привести результаты подсчета сетчатым окуляр-микрометром минералогического состава измененной вкрапленной туфобрекчии, в которой ясно сохраняется реликтовая структура (в %):

Измененная главная масса	— 60
Псевдоморфозы галлуазита по основному плагиоклазу	— 31
Вторичный кварц	— 7
Пирит	— 1

Вследствие субмикроскопических размеров чрезвычайно трудно определить природу новообразований как псевдоморфоз, так и главной массы. Приведенные ниже химические анализы и пересчеты их на нормативный состав позволяют выяснить минералогический состав новообразований.

Химические анализы сильно измененной крупновкрапленной туфобрекчии из штольни № 3 приведены в таблице 15 (аналитик В. Мамедханлы).

Таблица 15

Компоненты	Псевдоморфозы по осн. полев. шпату в вес. %	Мол. кол.	Осн. масса туфобр. без псевдоморф. галлуаз.	Мол. кол.
SiO <sub>2</sub>	51,04	0,849	69,51	0,991
TiO <sub>2</sub>	—	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	33,60	0,329	23,19	0,228
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	2,74	0,017
FeO	—	—	—	—
CaO	0,56	0,011	0,98	0,017
MgO	0,09	0,003	0,52	0,013
MnO	—	—	—	—
Na <sub>2</sub> O	2,00	0,032	3,01	0,048
K <sub>2</sub> O	0,74	0,008	1,00	0,011
SO <sub>3</sub>	0,06	0,001	0,10	0,001
H <sub>2</sub> O <sub>-110°</sub>	6,16	} 0,691	3,04	0,166
H <sub>2</sub> O <sub>&gt;110°</sub>	6,30		6,00	0,333
Сумма	100,55	1,924	100,09	1,825

Согласно пересчету приведенных химических анализов получаем следующий нормативный состав (табл. 16, в %).

Близость нормативного состава псевдоморфоз и основной массы без них вполне характеризует принадлежность породы главным образом к полевошпатовой разновидности. Кроме того, присутствует пирит, который ясно заметен в основной массе.

Таблица 16

Компоненты	Крупные псевдоморфозы (анализ № 1)	Измененная основная масса без крупных псевдоморфоз
Галлуазит	72,00	67,79
Натровые цеолиты (анальдим, нонтронит)	13,88	17,59
Серицит	5,20	6,71
Вторичный кварц	6,38	16,52
Кальцит	—	1,78

Выявление природы минерала каолиновой группы из псевдоморфозы и основной массы при обычных микроскопических исследованиях затруднительно, поэтому в нашей лаборатории они подверглись также термическому анализу.

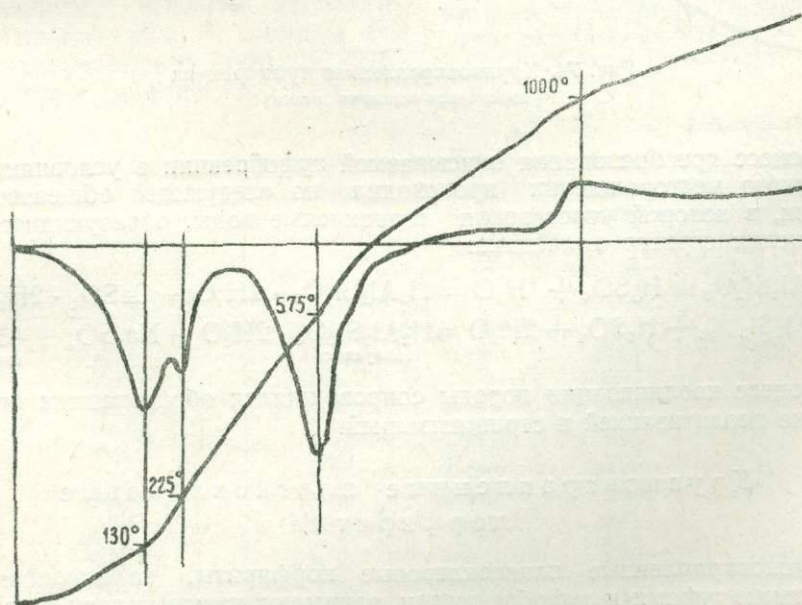


Рис. 73. Крупновкрапленная туфобрекчия.  
(псевдоморфоза по триклинным кристаллам битовнита)

На термограмме псевдоморфозы (рис. 73) видны соответствующие типичному галлуазиту две эндотермические реакции (максимумы при 130 и 575° С) и один экзотермический эффект (при 1000° С). Кроме этого, выявляется дополнительный эндотермический эффект при максимуме 225°, что соответствует выделению цеолитной воды.

Примерно такая же характеристика получается для основной массы измененной крупновкрапленной туфобрекчии (эндотермические эффекты при максимумах 130 и 560° С (рис. 74). Однако экзотермический эффект

при 750° С проявляется более отчетливо и при меньшей температуре, чем в псевдоморфозе. Он соответствует разложению карбоната. Присутствие последнего подтверждается микроскопическим исследованием и химическим анализом.

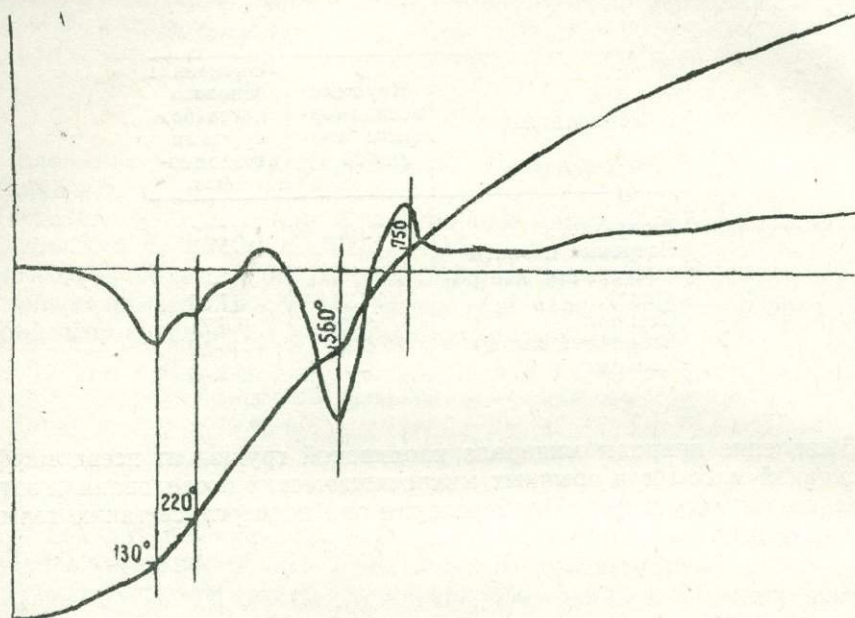
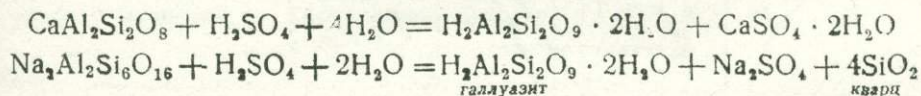


Рис. 74. Крупновкрапленная туфобрекчия  
(измененная основная масса)

Процесс преобразования описываемой туфобрекчии в условиях Тога-налинского месторождения происходил по следующей общеизвестной реакции, в которой участвовали сернокислые воды, образующиеся при разложении серного колчедана:



Процесс каолинизации породы сопровождался образованием кварца, а также цеолитизацией и серицитизацией.

#### Крупновкрапленные плагиоклазовые порфириты

Крупновкрапленные плагиоклазовые порфириты, залегающие над зернистыми туфами и туфобрекчиями, занимают узкую полосу в средней части планшета, расширяясь к юго-востоку и выклиниваясь в северо-восточном направлении. Они характеризуются зеленоватым цветом.

В балке Камышлыdere видима мощность крупновкрапленных плагиоклазовых порфиритов — около 55 м. Эта мощность выдерживается до скалы между скв. № 3 и скв. № 8, где она падает до 2—3 м и далее выклинивается. Здесь, по всей вероятности, проходит поперечная линия тектонического нарушения. Здесь крупновкрапленные порфириты приходят в стык с их крупновкрапленными туфами и туфобрекчиями. На зеленом фоне основной массы рельефно выделяются светлозеленые кристаллы плагиоклаза до 1,5 см в длинном измерении. Различаются также мел-

кие кристаллики авгита. Включение рудного минерала и мелких скоплений темноцветных минералов наблюдается среди индивидов плагиоклаза. В породе наблюдаются мелкие трещинки, заполненные кальцитом.

Под микроскопом порода характеризуется порфировой (полифировой) структурой, с вкрапленниками плагиоклаза и темноцветных минералов (рис. 75).

Соотношение порфирировых выделений и основной массы равно примерно 2 : 3. Наиболее крупные вкрапленники принадлежат к плагиоклазу. Основная масса стекловатая. В ней заметны слабо различимые микролиты плагиоклаза, пироксена, кальцита и зернышки минерала.

Подсчет породы сетчатым окуляр-микроскопом показывает следующее (в %):

Основная масса	— 58,2
Плагиоклаз	— 24,0
Пироксен	— 1,8
Хлорит (серпентин)	— 10,7
Кальцит	— 3,6
Рудные минералы	— 1,7

Химические анализы вкрапленников плагиоклаза и породы без крупных вкраплений (обр. № 2275) приведены в таблице 17.

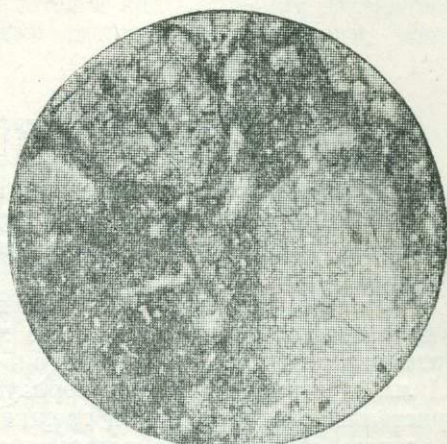


Рис. 75. Крупновкрапленный плагиоклазовый порфирит. Основная масса стекловатая, с микролитами салических и мифических минералов. Крупные вкрапления принадлежат основному плагиоклазу (битовниту)

Таблица 17

Компоненты	Плагиоклаз вкрапленников		Главная масса без вкрапленников	
	вес. %	мол. кол.	вес. %	мол. кол.
SiO <sub>2</sub>	46,88	0,780	39,21	0,653
TiO <sub>2</sub>	следы	—	0,07	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	36,42	0,357	18,37	0,180
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,73	0,011	14,33	0,090
FeO	0,69	0,010	5,40	0,075
CaO	8,76	0,156	14,79	0,264
MgO	0,50	0,120	1,90	0,047
MnO	следы	—	нет	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	нет	—
SO <sub>3</sub>	0,42	0,005	0,32	0,004
Na <sub>2</sub> O	1,36	0,022	1,03	0,017
K <sub>2</sub> O	нет	—	0,18	0,002
H <sub>2</sub> O <sub>-110°</sub>	0,25	} 0,147	0,27	} 0,241
H <sub>2</sub> O <sub>+110°</sub>	2,41		4,08	
Сумма	99,42	1,500	99,95	1,573

Пересчет анализа вкрапленников плагиоклаза на нормативный состав показывает принадлежность плагиоклаза к ряду Ab<sub>22</sub> An<sub>78</sub>, т. е. к битовниту. Содержание его равно 53,7%, в то время как вторичных продуктов в нем 44,9%, а рудного минерала — 1,4%.

Что касается химического анализа главной массы породы без вкрапленников плагиоклаза, то для нее нормативный состав имеет следующий вид (в %):

Плагиоклаз	— 42,8	(Ab 65,7%, An 34,3%)
Диопсид	— 7,5	
Магнетит	— 8,8	
Пирит	— 0,5	
Галлуазит	— 16,1	
Кальцит	— 12,1	
Серицит	— 1,5	
Хлорит	— 4,5	
Стекло и другие модификации кремнезема	— 6,0	

Из вторичных продуктов значительное содержание падает на долю галлуазита и кальцита, что подтверждается микроскопическими исследованиями. Стекловатая масса изотропна или слабо действует на поляризованный свет.

Пироксен (диопсид) в свежем виде составляет небольшой процент, и в большинстве случаев зерна его хлоритизированы и серпентизированы. Размеры призмочек его — около 1 мм (до 1,5 мм), в основной массе — 0,1 мм и меньше. Диопсид образует бесцветные короткопризматические кристаллы с характерными трещинами спайности, относительно которых в разрезе  $cNg$  минерал погасает при угле  $39^\circ$ . Выделившийся при хлоритизации рудный минерал располагается как по краям, так и внутри зерен.

## ИНТРУЗИВНЫЕ ПОРОДЫ

В исследованном районе интрузивные породы кислого ряда отсутствуют, а породы основного и среднего типа имеют весьма ограниченное распространение. Их можно встретить отдельными небольшими участками. Интрузии кислой магмы обнажаются в значительном отдалении от Тоганалов, в частности по р. Гянджачай и далее к Зурнабаду. Небольшие выходы кварцевых диоритов выступают также у сел. Чайкенд. Таким образом, в районе интересующих нас серноколчеданных месторождений (в том числе Чирагидзорского) интрузивных пород не имеется. Это важно для выяснения генезиса оруденения тоганалинского типа.

Из интрузивных пород нами найдены основные породы типа габбро-норита. Они прорывают вулканогенную толщу бата и по типу несколько ближе стоят к долеритам верхнего мела (турон) района сс. Агджакенд и Кызылкая (южнее Кировабада).

Довольно интересными оказались интрузивные образования, представленные диорит-порфиритами. Они отмечены нами у устья р. Ахсу, у сел. Тоганалы, по дороге к озеру Гекгель, на левом берегу озера и в других местах. Аналогичные породы выступают по р. Бахшидзор, по дороге в Чирагидзор и т. п.

Эти интрузии также внедряются в среднеюрскую толщу (бат), но прорываются диабазами и диабазовыми порфиритами. Таким образом точно определяется их нижний возрастной предел.

## ОЛИВИНОВЫЙ ГАББРО-НОРИТ

Выше сел. Тоганалы в направлении Чирагидзорского рудника на юго-восточном склоне водораздельной возвышенности открывается широкая поляна котлованного типа, на северном борту которой обнажается интрузия меланократового габбро-норита, прорывающая среднеюрские (байос-

бат) порфиристы. Эта интрузия обнажается на площади  $70 \times 8$  м, обрываясь восьмиметровым карнизом. Аналогичная интрузия выступает ближе к вершине той же горы на площади  $75 \times 10$  м.

Эти самостоятельные интрузии основного типа в Ханларском районе, представляющие исключительный интерес, нами фиксируются впервые.

В контакте интрузии вмещающие порфиристы в некоторой степени скарнированы. Местами здесь наблюдается и кальцитизация. В лежащем контакте интрузии располагается дайка диабазового порфирита, зани-

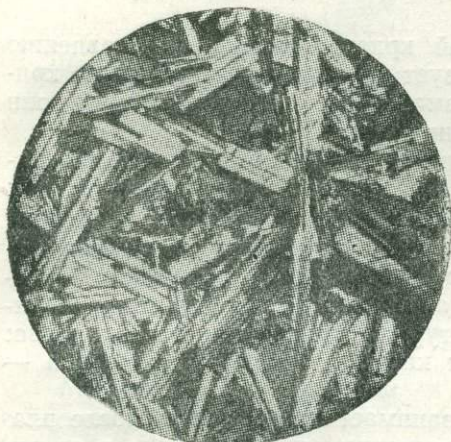


Рис. 76. Меланократовое габбро. Полисинтетически двойникованные лейсты плагиоклаза сильно вытянуты в направлении (001). Структура габбровая. В промежутках лейст располагаются темноцветные минералы (пироксен)  
Ув. 36 Николи+

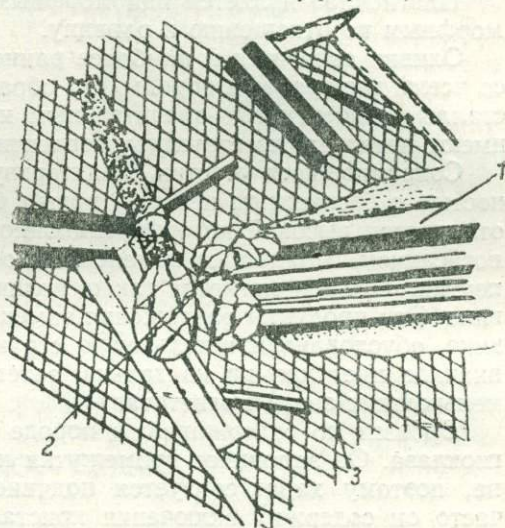


Рис. 77. Меланократовое габбро. Видна последовательность кристаллизации минералов: оливин — плагиоклаз — бронзит.  
1 — плагиоклаз; 2 — оливин; 3 — бронзит

мающая широкую площадь (примерно  $100 \times 100$  м). В интрузиях наблюдаются ясные параллелепипедальные трещины отдельностей. Интересным фактом является то, что верхняя интрузия прорывается диабазовой дайкой с простиранием СВ  $10^\circ$ ,  $\angle 85^\circ$ . Мощность ее — около 5 м.

Порода темнозеленого цвета, зернистая, с ясными очертаниями кристаллов плагиоклаза, от которого резко отличаются более темные образования темноцветных минералов. Размеры плагиоклазовых кристаллов достигают 3 мм и больше.

Под микроскопом структура ее офитовая, типично габбровая (рис. 76 и 77).

В минералогическом составе породы принимают участие плагиоклаз, пироксены, оливин, магнетит, а из вторичных — хлорит-серпентин, хлорит, тальк, актинолит и рудный минерал.

Плагиоклаз составляет главную массу породы. Он образует длинно-призматические кристаллы, характеризующиеся простыми и полисинтетическими двойниками по альбитовому, реже периклиновому закону. Реже встречаются лейсты и широкопластинчатые кристаллы. Угол симметричного погасания  $\perp M (010) = 36-37^\circ$ .

На федоровском столике для плагиоклаза получены следующие константы:

$$V_{1,2} \begin{cases} N_g - 43 \\ N_m - 59 \\ N_p - 63 \end{cases}$$

Угол оптических осей  $2V = +88^\circ$ ;  
Закон альбитовый.

Приведенные константы отвечают плагиоклазу битовнитового ряда с 75% Ап. Кристаллы плагиоклаза отличаются незначительными вторичными изменениями (слегка подвергнуты хлоритизации, затрагивающей внутреннюю часть кристалла). Они пронизаны волосными трещинками, заполненными пелитовым и хлоритизированным веществом. Местами трещиноватость густая и образует сетку. В плагиоклазе можно видеть развитие игл актинолитовой роговой обманки.

Плагиоклаз является идиоморфным по отношению к авгиту и ксеноморфным по отношению к оливину.

Оливин относится к наиболее ранней кристаллизации по сравнению со всеми минералами породы. Он образует крупные почти овальные кристаллы, подвергнутые значительным изменениям, благодаря чему они имеют петельчатую структуру серпентинизации.

Сохранившиеся участки характеризуются высокой шагреновой поверхностью с бесцветным перламутровым блеском. При скрещенных николях отличается высокой интерференционной окраской IV порядка и прямым погасанием. Полностью измененный оливин превращается в хлорит-серпентин. Тальк и магнетит также являются продуктами диссоциации оливина. Эти продукты разложения замещают и заполняют трещинки в оливине, обуславливая петельчатую структуру, и скопляются вокруг зерна: вначале идет каемка из талька, затем каемка из рудного минерала — мельчайших зерен магнетита.

Бронзит по содержанию в породе занимает второе место после плагиоклаза. Он заполняет промежутки кристалликов плагиоклаза и оливина, поэтому характеризуется подчиненной формой кристаллов. Очень часто он содержит включения кристалликов плагиоклаза и оливина. В шлифе бронзит имеет фиолетовый оттенок, слабый плеохроизм и небольшой угол угасания (близкий к прямому). Спайность ясная. При скрещенных николях интерференционная окраска III порядка. Зерна бронзита свежие. В небольшом количестве встречаются призмочки авгита с углом погасания  $cNg = 41^\circ$ .

Хлорит-серпентин образует псевдоморфозу по оливину. В шлифе он коричнево-зеленоватый, не плеохроирует; погасание лучистое. В нем наблюдается вторичный рудный минерал.

Хлорит — зеленого цвета, развивается по плагиоклазу в средней части зерна. Он имеет вид чешуек, розеточек с низким двойным лучепреломлением. Местами он изотропен (очевидно, пеннин).

Тальк характеризуется своей интерференционной окраской.

Актинолит составляет незначительный процент. Он образует бесцветные удлиненные игольчатые кристаллики с высокой интерференционной окраской и косым угасанием. Находится среди плагиоклаза.

Магнетит представлен двумя проявлениями: аксессуарным и вторичным — как результат разложения оливина. Он образует кубики, изометрические зерна или зерна неправильной формы с металлическим блеском.

Подсчет количественно-минералогического состава сетчатым окуляр-микроскопом показывает следующее соотношение минералов (в %):

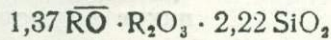
Плагиоклаз	— 56,0
Оливин и хлорит-серпентин	— 15,3
Бронзит	— 23,1
Тальк	— 0,4
Хлорит	— 3,0
Рудные минералы	— 2,2

Химический анализ (обр. № 2259) оливинового габбро-норита над сел. Тоганалы приводится в таблице 18.

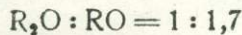
Таблица 18

Компоненты	Вес. %	Мол. кол.
SiO <sub>2</sub>	46,95	6,782
TiO <sub>2</sub>	0,14	0,002
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,26	0,209
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,98	0,019
FeO	9,02	0,125
CaO	9,00	0,161
MgO	2,00	0,050
MnO	—	—
Na <sub>2</sub> O	1,11	0,018
K <sub>2</sub> O	0,20	0,002
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—
SO <sub>3</sub>	1,50	0,019
H <sub>2</sub> O <sub>-110°</sub>	0,20	—
H <sub>2</sub> O <sub>+110°</sub>	4,70	—
Сумма	99,06	—

Магматическая формула и коэффициенты по Ф. Ю. Левинсон-Лессингу:



$$\alpha = 1,02$$



Для породы характерно повышенное содержание окиси алюминия и низкий коэффициент кислотности —  $\alpha = 1,02$ , что соответствует более основной ветви базитов. Несколько повышенное содержание устанавливается для окиси кальция и железа. Содержание первой, при малом количестве окиси натрия, отвечает, примерно, составу более основного ряда плагиоклазов (Ab<sub>25</sub>, An<sub>75</sub>). Закисное железо при малом содержании окиси магния (в изоморфном ряду Fe<sup>2+</sup>—Mg<sup>2+</sup>) входит, по видимому, в состав оливина (типа фаялита) и бронзита с большим содержанием железа, приближающегося к гиперстену.

#### ЭКСТРУЗИВНЫЕ ДИОРИТ-ПОРФИРИТЫ

В бассейне р. Кюракчай местами встречаются кварцевые и бескварцевые диорит-порфириды, которые выступают конусом над окружающими породами и характеризуются столбчатой, матрацевидной или параллелепипедальной отдельностью.

По внешнему виду и своеобразной форме они издали резко отличаются от окружающих пород. Сравнительно крупный массив обнажается у устья р. Ахсу и прослеживается по левому берегу ее.

Наиболее характерные экструзивные выступы со столбчатой отдельностью находятся у западного конца сел. Тоганалы над родником, по дороге, примерно за 2 км до озера Гекгель, на левом и правом склонах названного озера у серноколчеданного проявления, недалеко от озера Маралгель, между сс. Тоганалы и Азгилли, у Азгиллинского серноколчеданного проявления и т. д.

Кварцевые диорит-порфириды прорывают толщу кварцевых порфиров и находятся среди вулканогенной формации средней юры.

Ниже приводим описание пород некоторых характерных экструзий.

## ДИОРИТ-ПОРФИРИТ У УСТЬЯ р. АХСУ

Крупный массив диоритового порфирита обнажается у устья р. Ахсу, прослеживаясь по левому берегу ее более чем на 200 м в направлении озера Гекгель. Он занимает площадь около 0,5 км<sup>2</sup>. В массиве ясно выражена параллелепипедальная отдельность. Породы его являются качественным строительным материалом.

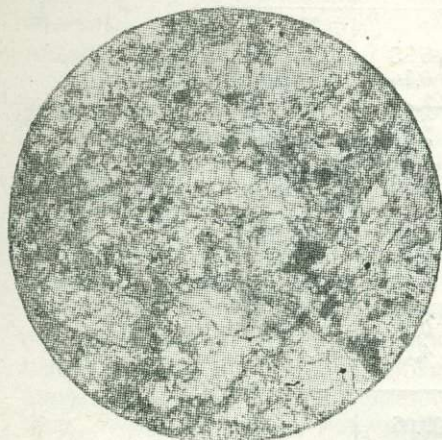


Рис. 78. Диорит-порфирит. Главная масса мелкокристаллическая с вкраплениями плагиоклаза. Рудный минерал относится к пириту

Порода серого цвета с зеленоватым оттенком, весьма плотная, с кристаллически-зернистой структурой. Выделяются преимущественно светлые кристаллы плагиоклаза и в малом количестве — удлиненные призмочки темноцветных минералов.

Под микроскопом порода при порфировой структуре имеет полнокристаллическую основную массу (рис. 78).

Количественно - минералогический подсчет показал следующее соотношение минералов-вкрапленников и основной массы (в %).

Плагиоклаз	— 60,03
Авгит	— 5,31
Хлорит	— 4,26
Кальцит	— 7,00
Рудный минерал	— 5,83
Основная зернистая масса	— 17,67

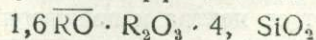
Сумма — 100,00

Химический состав диорит-порфирита из карьера у устья р. Ахсу следующий (табл. 19).

Таблица 19

Компоненты	Вес. %	Мол. кол.
SiO <sub>2</sub>	54,25	0,903
TiO <sub>2</sub>	0,12	0,001
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,02	0,186
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,56	0,016
FeO	3,14	0,043
CaO	7,90	0,141
MgO	2,79	0,068
MnO	0,65	0,009
Na <sub>2</sub> O	1,95	0,031
K <sub>2</sub> O	3,10	0,033
SO <sub>3</sub>	0,15	0,002
H <sub>2</sub> O <sub>-110°</sub>	0,55	0,030
H <sub>2</sub> O <sub>+110°</sub>	4,12	—
Сумма	100,30	—

Магматическая формула и коэффициент по Ф. Ю. Левинсон-Лессингу:



$$\alpha = 1,95$$

$$R_2O : RO = 1 : 4,07$$

### ЭКСТРУЗИВНЫЙ КВАРЦЕВЫЙ ДИОРИТ-ПОРФИРИТ У ЗАПАДНОГО КРАЯ сел. ТОГАНАЛЫ

Кварцевый диорит-порфирит здесь прорывает непосредственно кварц-порфировые туфы, в которых, как раз у этого конуса, нами найдена фауна (пектен). Как интрузия, так и отмеченные туфы интродуцированы диабазовыми порфиритами, дайки которых как бы радикально отходят от экструзивного конуса.

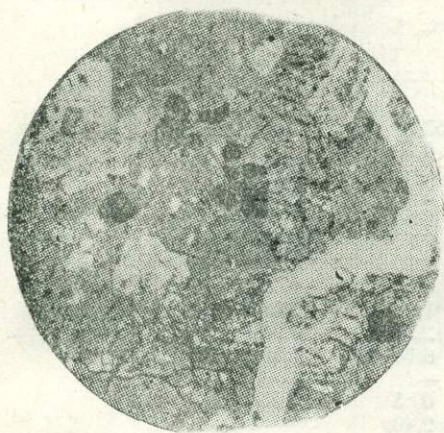


Рис. 79. Экструзивный кварцевый диорит-порфирит

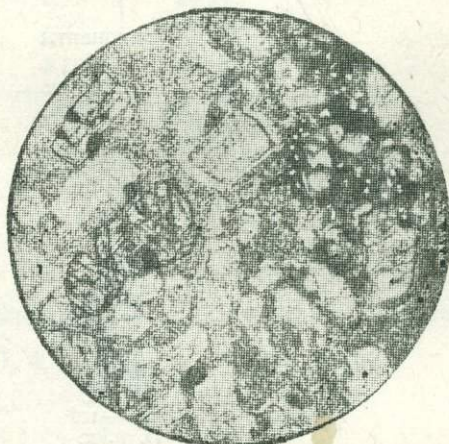


Рис. 80. Диорит-порфирит с мелкокристаллической массой. Видны зональной структуры вкрапления плагиоклаза и фенокристаллы пироксена с включениями первичного рудного минерала

Кварцевый диорит-порфирит — серая, довольно плотная порода с выделениями полевых шпатов и темноцветных минералов. Последние характеризуются удлинёнными формами до 0,5 см. Часть из них подверглась хлоритизации, вследствие чего порода приняла зеленоватый оттенок.

Под микроскопом основная мелкокристаллическая масса представлена плагиоклазом, хлоритизированным амфиболом и точечным рудным минералом (рис. 79 и 80). Плагиоклаз основной массы двоякован и соответствует периферической зоне зональных индивидов.

Вкрапленниками, кроме плагиоклаза, являются пироксен и хлоритизированный темноцветный минерал, который по кристаллографическому облику отвечает минералу из группы амфиболов.

Формирование породы в экструзивных условиях, в данном случае приближающихся к жильным, подтверждается тем, что в основной массе породы участвует амфибол, причем, согласно идиоморфизму, устанавливается следующая последовательность выделения минералов: магнетит, пирит, амфибол, плагиоклаз, пироксен. Наибольшая часть породы принадлежит к плагиоклазу, характеризующемуся вкраплениями до 1—1,5 мм. Он представлен зональными и полисинтетическими двойниками. Зональность здесь обычно переменная, но по одновременному погасанию выявляются главным образом два ряда, относящиеся к андезитам различных кислотностей.

Погасание минерала в разрезе  $\perp M(010) - 21-24^\circ$ . Уменьшение угла погасания происходит от центра к периферии.

Приводим пересчет количественно-минералогического состава (в %):

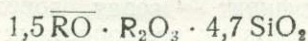
Основная масса	— 73,6
Плагиоклаз	— 20,3
Пироксен	— 2,5
Амфибол (хлоритизированный)	— 2,7
Рудные минералы	— 0,9

Химический анализ кварцевого диорит-порфирита с западного края сел. Тоганалы (обр. № 2242) показывает следующее соотношение окислов (табл. 20).

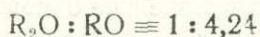
Таблица 20

Компоненты	Вес. %	Мол. кол.
SiO <sub>2</sub>	57,20	0,952
TiO <sub>2</sub>	0,10	0,001
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,60	0,182
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,65	0,023
FeO	2,34	0,032
CaO	7,72	0,137
MgO	2,70	0,067
MnO	0,42	0,006
Na <sub>2</sub> O	1,62	0,026
K <sub>2</sub> O	2,90	0,031
SO <sub>3</sub>	0,14	0,002
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—
H <sub>2</sub> O-110°	0,45	0,035
П. п. п.	2,40	—
Сумма	100,44	—

Магматическая формула и коэффициент по Ф. Ю. Левинсон-Лессингу:



$$\alpha = 2,11$$



#### КВАРЦЕВЫЙ ДИОРИТ-ПОРФИРИТ ПО ДОРОГЕ НА озеро ГЕКГЕЛЬ

Массив высоко обнажается над дорогой в виде пика и характеризуется вертикальной столбчатой отдельностью (рис. 81).

Порода зеленовато-серого цвета, весьма плотная, с порфировой структурой. На фоне основной мелкозернистой массы рельефно выделяются вкрапленники полевых шпатов, темноцветных минералов и реже—кварца. Размеры этих вкрапленников — 5 мм, за исключением кварца (до 3 мм).

Подсчет сетчатым окуляр-микрометром показывает следующее соотношение вкрапленных минералов и основной массы (в %):

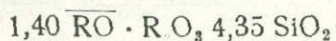
Основная масса	— 70,6
Плагиоклаз	— 24,3
Амфибол	— 3,3
Пироксен	— 0,8
Рудный минерал	— 1,0

Химический анализ породы (обр. № 2278) приводится в таблице 21.

Таблица 21

Компоненты	Вес. %	Мол. кол.
SiO <sub>2</sub>	58,20	0,969
TiO <sub>2</sub>	0,17	0,002
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,30	0,179
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,65	0,023
FeO	2,20	0,031
CaO	5,27	0,094
MgO	2,50	0,062
MnO	—	—
Na <sub>2</sub> O	3,52	0,056
K <sub>2</sub> O	3,40	0,036
SO <sub>3</sub>	0,12	0,001
H <sub>2</sub> O <sub>-110°</sub>	0,71	0,039
П. п. п.	2,28	—
Сумма	100,32	—

Магматическая формула и коэффициент по Ф. Ю. Левинсон-Лессингу:



$$\alpha = 2,20$$

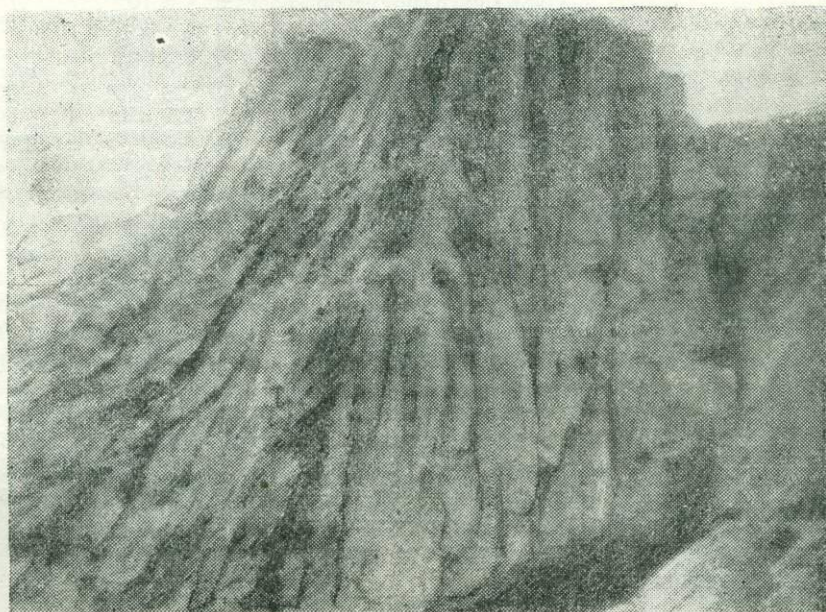
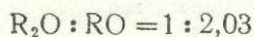


Рис. 81. Экструзивный массив диорит-порфирита, выступающий в виде пика (не доезжая оз. Гекгель). Хорошо видна столбчатая отдельность

Химический состав породы (табл. 21) и коэффициент кислотности = 2,20 соответствуют средней магме.

## ЖИЛЬНЫЕ ПОРОДЫ

Жильные породы получили широкое развитие в верховьях р. Кюракчай, находясь как среди кварцевых порфиров, так и покровных вулканических пород.

Таким образом, в возрастном отношении они, во всяком случае, моложе средней юры.

По петрографическому признаку выделяются различные типы жильных пород, которые, несомненно, поднялись из различных очагов магмы.

Наиболее часто встречаются диабазы и диабазовые порфириты, в подчиненном количестве присутствуют дайки плагиоклазовых и роговообманковых порфиритов. Дайки интрузивных базальтов встречаются редко.

В связи со слабым изучением жильных пород Малого Кавказа трудно говорить об их возрасте. Этот вопрос должен стать предметом специального исследования.

В таблице 22 приведены элементы залегания некоторых наиболее хорошо прослеживаемых жильных пород в бассейне верхнего течения р. Кюракчай.

Таблица 22

Порода	Местонахождение	Простира- ние	Угол паде- ния
Диабазовый порфирит	Сел. Тоганалы, около родника	СВ 20°	крутой
" "	" "	СВ 30°	"
" "	" "	СЗ 350°	80°
" "	По дороге из сел. Тоганалы в Чирагилзор	СЗ 350°	крутой
" "	" "	СВ 30°	85°
" "	Около интрузии габбро-норита	СВ 10°	85°
" "	Штольня № 1	СЗ 320°	85°
" "	Сел. Азгиллы	СЗ 320°	—
" "	По дороге на рудник	СВ 85°	крутой
" "	Сел. Азгиллы	СЗ 360°	85°
" "	" "	СЗ 350°	60°
" "	Сел. Тоганалы (родник)	СВ 10°	крутой
" "	" "	СВ 40°	"
" "	" "	СВ 20°	"
Плагиоклазовый порфирит	На правом берегу р. Тоганалычай	СВ 20°	60°
" "	" "	СЗ 290°	крутой
Интрузивный базальт	Сел. Аджиакперли	СВ 65°	"
" "	" "	СЗ 340°	"
Роговообманковый порфирит	На левом берегу озера Гекгель	СЗ 340°	"
" "	По дороге на озеро Маралгель	СВ 150°	"

Как можно видеть из этой таблицы, простирание даек почти меридиональное или близко к меридиональному. Это важно с той точки зрения, что можно высказать предположение о приуроченности всех трещин ко времени определенной складчатой системы. Позже в них внедрились магмы различного петрохимического характера.

Углы падения даек очень крутые (до вертикальных). Местами углы падения равны 60°.

### ИНТРУЗИВНЫЕ БАЗАЛЬТЫ

Среди кварцевых порфиров и в покровной толще встречаются дайки меланократовых пород. На вид они довольно свежие и имеют зернистый облик. Подобная дайка выступает выше сел. Аджиакперли, по-

дороге в сел. Туляляр, среди туфобрекчий. Простираение СВ 65°. Мощность ее около 2 м. Макроскопически эти породы довольно плотные. Размеры вкрапленников—до 1 мм.

Под микроскопом породы типично порфировой структуры с выделениями плагиоклаза, энстатита и отдельных кристалликов авгита. Вкрапления магнетита имеют вид небольших зерен.

Структура основной массы витрофировая. Стекловатый базис интенсивно пронизан точечным рудным минералом (рис. 82). В нем наблюдаются микролиты плагиоклаза, а также в подчиненном количестве пироксены. Порода довольно свежая, что видно как макроскопически, так и микроскопически. В частности, на поверхности зерен плагиоклазов никаких вторичных изменений не наблюдается. Однако в отдельных зернах можно видеть грануляцию из точечного рудного минерала и пироксенов. Интересно отметить, что эти мельчайшие зерна располагаются внутри кристалла между зонами. Таких точечных зон бывает от одной до трех. В некоторых кристалликах грануляция внутри неравномерная. (обычно грануляция хорошо видна и по периферии. Кроме зональных встречаются полисинтетические двойники, в которых на-

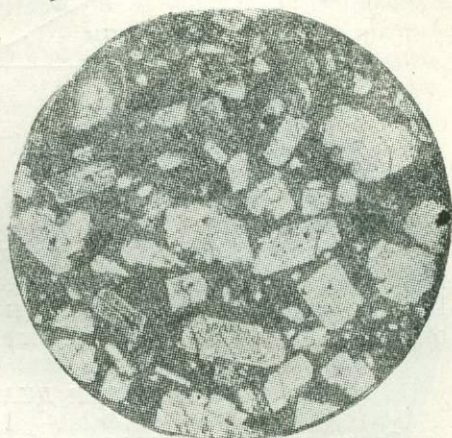


Рис. 82. Интрузивный базальт у сел. Алжиякперли. Основная масса витрофировая. Стекловатый базис пронизан точечным рудным минералом. Последний встречается и в более крупных вкраплениях. Вкрапленники плагиоклаза—с полисинтетической двойниковой структурой или зональны. Они совершенно свежи, но на поверхности их можно видеть мелкую грануляцию

блюдается ориентация двойниковых швов в нескольких направлениях. Кристаллы плагиоклаза с характерными геометрическими очертаниями образуют идиоморфные выделения, но выделялись они позже пироксена. Встречается приращение зонального кристалла к полисинтетическому двойнику. По симметричному погасанию минерал относится к андезин-лабрадору, чему не противоречит и светопреломление. Пироксен обычно короткопризматический, реже несколько удлиненный. Он относится к группе ромбических (энстатит). По краям и внутри пироксен баститизирован. Бастит представлен мелкочешуйчатым агрегатом зеленого цвета с почти отсутствующим плеохроизмом. Материнский минерал—энстатит—бесцветный, с прямым погасанием. Внутри кристаллов его часто находится рудный минерал — такой же, как и в окружающей среде.

В подчиненном количестве находится авгит с углом погасания  $\epsilon Ng = 44^\circ$ . Этот минерал в породе соседнего района, например, в окрестностях сел. Тоганалы, присутствует в значительном количестве, в то время как ромбические пироксены имеют, наоборот, подчиненное значение. Остальные компоненты те же, и структура основной массы аналогичная. Здесь также хорошо видна зональность кристаллов с соответствующим распределением рудных минералов. Вкрапленные рудные минералы относятся к пириту. Они кубического или изометрического очертания или же имеют вид агрегатов. При этом авгит выкристаллизовывался одновременно или позже плагиоклаза, в то время как моноклинный пироксен идиоморфен к этому полевоому шпату.

Количественно-минералогический подсчет (в %) приведен в таблице 23.

Таблица 23

Местонахождение \ Компоненты	Дайка выше сел. Аджиакперли	Дайка у зап. окр. сел. Тоганалы
Плагиоклаз	30,7	24,4
Пироксен	2,8	16,7
Рудные минералы	1,5	2,2
Основная масса	65,0	56,7

Интрузивные базальты в толще среднеюрского комплекса по петрографическому характеру и свежести являются сравнительно молодыми. Генетически их можно было бы считать синхроничными с интрузиями оливиновых габбро-норитов, обнаруженных нами над сел. Тоганалы.

#### ДИАБАЗЫ И ДИАБАЗОВЫЕ ПОРФИРИТЫ

Среди жильных пород наибольшее развитие получили диабазы и диабазовые порфириды. Они прорывают толщу кварцевых порфиров и пироксеновых порфиритов, туфов и туфобрекчий, а также экструзии диорит-порфиритов. Мощность даек колеблется в пределах 1—5 м, ориентированы они преимущественно в направлении, близком к меридиональному, — обычно в северо-восточном, реже в северо-северо-западном. Часто можно видеть на небольшом участке радиальное расположение (например, среди экструзии кварцевых диорит-порфиритов у западной окраины сел. Тоганалы).

Местами дайки прослеживаются на сотни метров.

По внешнему виду диабазы и диабазовые порфириды зеленовато-темносерого цвета, мелкозернистой текстуры, плотные. В некоторых образцах наблюдаются мелкие вкрапленники, относящиеся преимущественно к плагиоклазу.

Недалеко от штольни № 1 Тоганалинского месторождения, по дороге, обнажается дайка диабазового порфириды мощностью около 2 м, простирающаяся в направлении СВ 320°. Порода зеленоватого цвета, плотная, с порфировым обликом. Ясно наблюдаются кристаллики плагиоклаза и темноцветного минерала. Порода покрыта налетом розового цвета, который иногда образует гнездовые скопления. Подобные дайки характерны для района Тоганалов и вообще для бассейна р. Кюракчай. Под микроскопом диабазовый порфирит представляет собой равномернозернистую массу с порфировыми выделениями плагиоклаза (рис. 83).

Главная масса породы состоит из мелких зерен плагиоклаза размером 0,01—0,03 мм. В их промежутках располагается хлорит с весьма низкой интерференционной окраской (до изотропной). Он нередко окаймляет отдельные кристаллики. Таким образом, выявляется офитовая структура породы. В проходящем свете хлорит характеризуется зеленой и зеленовато-желтой окраской. В массе породы неравномерно рассеяны мелкие угловатые зерна пирита, часто с прямыми углами и изометрические зерна магнетита, которые легко отличаются друг от друга в отраженном свете.

От мелких плагиоклазовых зерен к более крупным вкраплениям имеется постепенный переход. Все они относятся к одному ряду — при-

мерно, лабрадору и представлены обычно простыми двойниками, реже полисинтетическими. Поверхность их загрязнена слабой пелитизацией и в некоторой степени—хлоритизацией минерала. Хлорит нередко пронизывает и волосные трещинки в плагиоклазе. Изотропные хлориты при скрещенных николях на светлом фоне плагиоклаза создают впечатление ячеистой структуры.

Несмотря на то, что дайка расположена в наиболее метаморфизованном участке кварцевых порфиров (вторичных кварцитов с интенсивной пиритизацией), притом у камышлыдеринского тектонического разрыва, порода почти не подвергнута процессам окварцевания и каолинизации. Что касается мелких вкраплений пирита, то молекулы его захвачены из вмещающих пиритизированных кварцевых порфиров в процессе застывания магмы в жильных условиях.

Этот интересный факт мы отмечаем для того, чтобы показать, что если бы гидротермальный процесс происходил значительно позднее, наиболее удобными путями для проникновения растворов являлись бы зальбанды даек. При этом породы даек, хотя бы у зальбанд, должны были сильно измениться, чего не наблюдается.

В пустотах породы в виде минералов, местами располагаются концентрически сложенные зерна кальцита. В одном таком зерне встречен кварц.

Подсчет количественно-минералогического состава диабазового порфирита дал следующие результаты (в %):

Плагиоклаз	— 69,0
Хлорит	— 26,0
Пирит	— 3,5
Магнетит	— 1,5

Таблица 24

Компоненты	Вес. %	Мол. кол.
SiO <sub>2</sub>	45,30	0,754
TiO <sub>2</sub>	0,12	0,001
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,65	0,202
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,60	0,029
FeO	5,02	0,070
CaO	5,05	0,089
MgO	6,01	0,149
MnO	0,80	0,011
Na <sub>2</sub> O	3,15	0,051
K <sub>2</sub> O	2,44	0,026
SO <sub>3</sub>	0,12	0,001
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	следы	—
H <sub>2</sub> O—110°	0,59	0,033
П. п. п.	6,42	—
Сумма	100,27	—

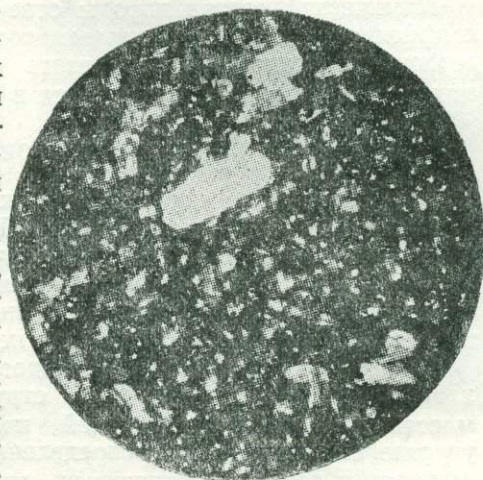
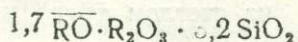


Рис. 83. Диабазовый порфирит (шт. № 1)

Химический анализ диабазового порфирита недалеко от штольни № 1 в Тоганалинском месторождении показывает следующее соотношение окислов (табл. 24).

Магматическая формула и коэффициент по Ф. Ю. Левинсон-Лессингу:



$$\alpha = 1,38$$

$$R_2O : RO = 1 : 4,14;$$

Химический состав породы отвечает основной ветви пород с малым коэффициентом  $\alpha$ , характерным соотношением  $R_2O : RO$  и высоким содержанием глинозема. Если взять соотношение щелочей и окиси кальция, то оно вполне укладывается в рамки основного плагиоклаза.

### ПЛАГИОКЛАЗОВЫЕ ПОРФИРИТЫ

Плагиоклазовые порфириты в жильной форме встречаются в исследуемом районе довольно редко. Дайки их около 1 м мощности встречены на правом склоне р. Кюракчай, выше сел. Тоганалы. Порода пепельно-серого цвета, местами с желтоватым оттенком. Макроскопически выделяются вытянутые, несколько измененные с поверхности плагиоклазы. В породе наблюдается некоторая трещиноватость.

При микроскопическом исследовании порода порфиритового облика характеризуется монофазовой структурой с микролитовой основной массой. В составе последней, кроме лейст плагиоклаза, принимает участие спорадически распределенный магнетит. Изредка можно наблюдать и зерна темноцветных минералов. Как плагиоклазы основной массы, так и вкрапленники несколько сосюритизированы и в большей степени пелитизированы. Из вторичных минералов присутствуют кальцит, хлорит и в подчиненном количестве — эпидот (мелкими неправильными зернами).

### ДРУГИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ СЕРНОГО КОЛЧЕДАНА

Оруденения серного колчедана, будучи приурочены к кварцевым порфирам, кроме крупных месторождений встречаются в виде проявлений во многих местах, где были проведены геофизические исследования, обнаружившие аномалии.

Эти участки характеризуются мелковкрапленными оруденениями, реже в них наблюдаются небольшие скопления.

Ниже переходим к краткой характеристике этих участков.

### ПРОЯВЛЕНИЯ У ОЗЕРА ГЕКГЕЛЬ

Озеро Гекгель расположено в эрозионной долине кварцевых порфиров, образующих его левый и правый берега. На них налегает толща батских покровных пород, представленных туфопесчаниками, туфобрекчиями, туфоконгломератами и порфиритами. В них часто встречаются дайки диабазовых порфиритов. Правый берег в верхней части и северная часть озера покрыты огромными глыбами и щебневатыми потоками верхнеюрских известняков горы Кяпаз.

Согласно очертанию берегов озера, кварцевые порфиры понижаются к северной части его.

Кварцевые порфиры левого склона, имеющего в южной части крутой склон, узкой полосой вдоль озера покрыты вулканогенными породами блат. В низах последних обнажаются желтоватые туфопесчаники со

слоистым и зернистым обликом. Часто они плитчатые. Выше них обнажаются туфоконгломераты, а затем плагиоклазовые и пироксеновые порфиры. Местами встречаются вкрапления роговых обманок.

На описываемом склоне встречаются дайки диабазовых порфиритов. Простираются их СВ 75—85°, мощность—около 1,5 м.

В 0,5 км на юг от нового курортного здания выступает интрузивный серый кварцевый порфир со столбчатой отдельностью. На поверхности породы наблюдаются вкрапленники кварца и пирита, местами встречаются жеоды кварца.

Правый склон также круто спускается к озеру. Кварцевые порфиры имеют здесь слоистый характер с пластообразной и плитчатой отдельностью. Среди них также встречаются дайки диабазового порфирита. На этом склоне обнаружены интрузивные кварцевые порфиры с крупными вкраплениями кварца и полевых шпатов, а также пирита.

Вокруг озера Гекгель зафиксированы три участка серноколчеданного оруденения, которые условно названы Кокордзор (на левом склоне) и Кагеердзор и Сарылент (на правом склоне). Кроме того, встречаются слабые вкрапленники пирита и в соседних участках.

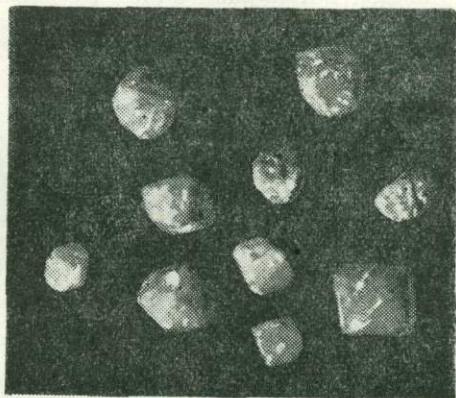


Рис 84. Кристаллы кварца в форме бипирамиды, выделенные из пропильтизированных сыпучих кварцевых порфиров. Размеры их достигают 1 см

Проявления пирита по берегам озера Гекгель были известны давно. На участках были произведены рекогносцировочные геофизические работы, которые показали аномалии, привлёкшие внимание к этим проявлениям. Но дальнейшими геолого-разведочными работами данные геофизиков не подтвердились. Повидимому, на этих участках необходимо будет заново повторить геофизические исследования с учетом выполненных работ.

Г. И. Керимов [16] производил здесь геолого-разведочные работы с помощью расчисток штолен и частично—шурфов.

Переходим к краткой характеристике Гекгельских участков серноколчеданного оруденения.

Левобережный участок № 1 (условно—Кокордзор) расположен в крутой и узкой балке в южной части левого склона озера Гекгель, примерно в 700 м от устья впадающей в него р. Верхний Ахсу. Местность кругом покрыта лиственным лесом.

По балке течет буро-красного цвета вода, выщелачивающая сильно заохренные пиритизированные кварцевые порфиры. Последние прослеживаются примерно на 1 км при ширине от 100 до 200 м.

Кварцевые порфиры после окварцевания и оруденения в эпизоне подверглись интенсивному изменению в гипергенных условиях, что привело к сильной вторичной каолинизации, пелитизации и заохренности. В этих участках порода от серовато-желтого до бурого цвета. Сохраняя свою структуру, порода легко крошится. Благодаря этому мы имели возможность легко выделить из породы прекрасно развитые кристаллы кварца размером до 1 см (рис. 84). Без особого труда выделяются также кристаллы вкрапленного пирита пентагонально-дodeкаэдрического облика.

В аншлифах обнаруживается редкий халькопирит, ангедральный по отношению к пириту. Он как бы обрастает или пронизывает названный минерал. Наряду с халькопиритом встречается сфалерит, однако зерна его различаются с трудом.

Химические анализы руд показывают колебания содержания серы в пределах 3—8%.

Правобережный участок № 2 (условно — Кагеердзор) расположен по балке на правом берегу озера, примерно в 750 м от запруды. Вдоль этой балки оруденение кварцевых порфиров прослеживается примерно на 1 км при ширине до 200 м. Это проявление находится

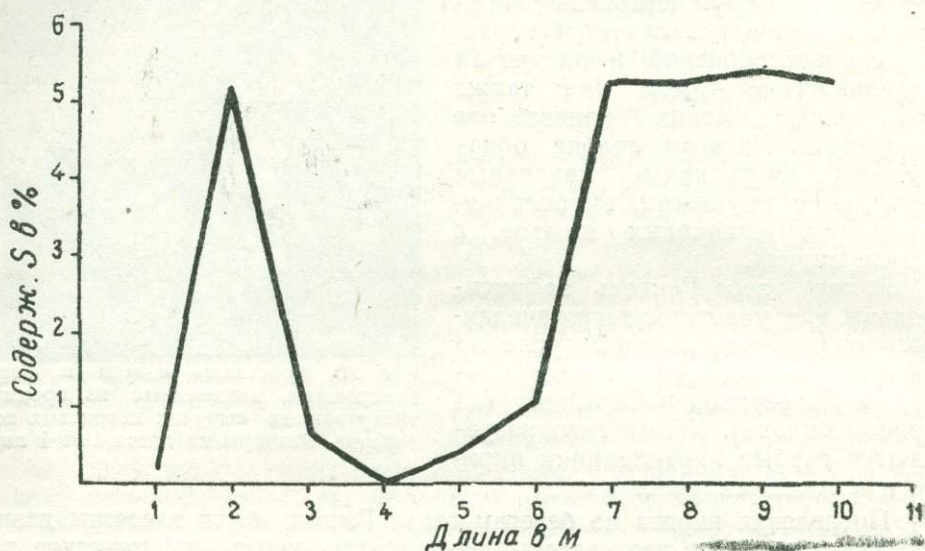


Рис. 85. Участок Кагеердзор, шт. № 21

ниже периферической части плотных кварцевых порфиров. Образование его связано с локальной тектоникой названных пород и не связано с региональной зоной разлома, которую Е. Г. Баградуни и И. Н. Русаков проводили от Аджикенда. Тем более, что метаморфизм и оруденение здесь имеют такой же характер, как и в остальных двух участках у озера Гекгель, причем все три участка оруденения отнюдь не расположены по одной линии.

В рудном участке кварцевые порфиры после интенсивных метасоматических процессов подверглись еще большему изменению в гипергенных условиях. Огромная роль в этом принадлежала сернокислым растворам, образовавшимся благодаря выщелачиванию серного колчедана. Вследствие этого кварцевые порфиры сильно каолинизированы и обохрены. При метасоматическом процессе имели место окварцование, каолинизация и хлоритизация, наблюдающиеся в местах, несколько отдаленных от рудного участка, где породы более или менее плотные. Последние обычно светлосерые или темносерые, местами с зеленоватым оттенком.

Гипергенная каолинизация обуславливает характер породы с «глазками» кристаллов плагиоклаза, имеющих типичные геометрические очертания. Порода часто окрашена гидроокисью железа. Каолин белого цвета осаждается из растворов, образуя линзочки или прожилки.

Оруденение имеет вкрапленный характер и прослеживается в большей части рудного участка. Рудные минералы принадлежат преимущественно к пириту, изредка встречаются мелкие включения халькопирита и сфалерита.

Г. И. Керимовым при опробовании было взято 60 образцов. Согласно химическим анализам Г. Х. Эфендиева, в них определено до 12% серы. В большинстве образцов содержание серы равно 5—6%.

Для характеристики колебания содержания серы в горизонтальном направлении мы составили диаграмму (рис. 85).

Правобережный участок № 3 (условно — Сарылент) также находится в ущелье, упирающемся в озеро Карагель. Ущелье это имеет меридиональное направление и по нему разлома не наблюдается.

Рудная полоса протягивается вдоль ущелья более чем на 500 м при ширине до 150 м.

Пиритизация кварцевых порфиров здесь сравнительно слабая. Содержание серы не превышает 5—6% и большей частью колеблется в пределах 2—3%. Наряду с этим интенсивность метасоматических и в последующем гипергенных изменений кварцевых порфиров почти такая же, как и в описанных выше участках.

Во избежание повторения описания их не даем.

### АЗГИЛЛИНСКОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ

Это проявление расположено в 8 км к юго-востоку от сел. Тоганалы, в верховьях правого притока р. Кюрракчай, у кочевков Азгилли. Местность на высоте 1800—2000 м, где расположены участки наибольшего оруденения, представляет собой эрозионную долину. В нижней части геологического разреза среднеюрского комплекса располагаются кварцевые порфириты (байос), которые в периферических оруденелых участках окварцованы, каолинизированы и пропицитизированы.

Выше залегают туфопесчаники, туфоконгломераты и туфобрекчии, переходящие далее в различного петрографического состава порфириты (бат). Наибольшее распространение они получили в сторону г. Кязаз и сел. Бановшалы. Пирит в них отсутствует.

Среднеюрская толща интродуцирована диабазами и диабазовыми порфиритами. Простираение их СВ 10—20°, а иногда и ССЗ 320—350°. Мощность даек — 1—1,5 м.

Как отмечалось выше, кварцевые порфиры подверглись характерной пропицитизации. Пиритизированные кварцевые порфиры обычно серого цвета с блесками колчедана. На поверхности обнажений хорошо наблюдается белесоватый оттенок от выветривания. Местами породы окрашены гидроокисью железа. В отвалах канав и шурфов порода за время, прошедшее после разведочных работ (1—2 года), сильно разрыхлилась, вследствие чего легко превращается в «сыпучку».

Подвергшиеся пиритизации и окварцеванию кварцевые порфиры занимают большую площадь. Эти процессы были наиболее интенсивными в нижних частях склонов, обращенных к реке. Вблизи скалы Кечигаасы выступает кварцевый порфир со столбчатой отдельностью, прорывающий в форме экструзии пиритизированные кварцевые порфиры. Эта разность кварцевого порфира довольно свежая, без каких-либо вкраплений пирита. Она относится к более поздней фазе извержения кварц-порфировой магмы.

Оруденелые кварцевые порфиры слабо пиритизированы. Содержание в них серы не превышает 8—10%. Однако здесь необходимо провести геофизические работы для выделения более богатых участков оруденения.

## О ФОРМИРОВАНИИ СЕРНОКОЛЧЕДАНЫХ ОРУДЕНЕНИЙ ЧИРАГИДЗОР-ТОГНАЛИНСКОГО ТИПА

Вопросы генезиса Тоганалинского месторождения немислимо разбирать изолированно, без учета геологического строения и химико-минералогических данных по однотипным месторождениям, в особенности по Чирагидзорскому и Кедабекскому. Тем более, формирование колчеданных руд Малого Кавказа нами освещается в новом свете.

В связи с изучением Тоганалинского месторождения мы осмотрели основные рудные поля на Малом Кавказе. Принимая во внимание имеющийся большой фактический материал, мы пришли к выводу, сущность которого вкратце излагается ниже.

Чирагидзор-Тоганалинский тип оруденения характеризуется целым рядом специфических особенностей. Он получил значительное распространение на Малом Кавказе, особенно на его северо-восточных склонах. Поэтому выяснение генезиса серного колчедана имеет не только теоретическое, но и большое практическое значение для направления дальнейших поисково-разведочных работ. Этому вопросу должно быть уделено более серьезное внимание.

Чирагидзор-Тоганалинский тип оруденения является почти чисто серноколчеданным и характерен для Малого Кавказа. Он встречается на огромной площади и в самых различных участках, однако приурочен исключительно к кварцевому порфиру.

Так, серноколчеданные месторождения и проявления в Ханларском, Шаумяновском, Кедабекском и Кельбаджарском районах, а также в Нагорном Карабахе и в Армении (Алавердское и Шамлугское месторождения) находятся среди окварцованных кварцевых порфиров и за пределами их не встречаются. Это является одним из основных доказательств несомненной генетической связи серного колчедана с кварцевыми порфирами.

Прежде чем изложить нашу точку зрения на генезис серноколчеданных месторождений Чирагидзор-Тоганалинского типа дадим краткую характеристику геолого-геохимических условий рудного пояса.

Кварцевые порфиры располагаются, в основном, в низах среднеюрских (бат) вулканогенных образований — байосе. Как было отмечено выше, в формировании кварцевых порфиров мы устанавливаем три фазы извержения.

Первая фаза—это довольно плотные серые кварцевые порфиры, занимающие огромную площадь.

Вторая фаза кварцевых порфиров представлена разностями, характеризующимися более крупными выделениями полевых шпатов и кварца. Полевые шпаты светлые и розовые, а кварц образует прекрасно развитые дипирамиды.

Вторая фаза извержения сопровождалась интенсивными образованиями кварцпорфировых туфов, осаждение которых происходило в морских условиях, о чем свидетельствует фауна, найденная у сел. Тоганалы, в районе сс. Кушчи, Алаверды и др. Кварцпорфировые туфы представляют собой светлые, обычно белесоватые и серые породы со слоистой текстурой и крупными выделениями кварца. В районе распространения серного колчедана эти породы в различной степени каолинизированы и окварцованы.

Третья фаза—субвулканическая рудопроизводящая. Кварцевые порфиры этой фазы распространены ограниченными участками среди извержений первых двух фаз. Оруденения серного колчедана в основном приурочены к ним.

В метаморфизованных кварцевых порфирах этой фазы из первичного состава сохраняется лишь кварц, а остальные минералы замещаются новообразованиями (вторичным кварцем, альбитом, каолином, серицитом, лимонитом, местами эпидотом и др.). На участках наибольшего оруденения значительное распространение получили разности кварцевых порфиров с розовыми полевыми шпатами. Они встречаются у Тоганалинского месторождения еще до р. Камышлыдере, продолжаясь полосой 120—150 м на северо-запад по р. Тоганалысу к сел. Аджиакперли, а в северо-восточном направлении—к Чирагидзору. Далее они встречаются у сел. Азгилли и т. д.

На участках оруденения кварцевые порфиры в различной степени окварцованы и каолинизированы.

Основываясь на геологических наблюдениях над серноколчеданными оруденениями в Азербайджане и учитывая выше приведенные сведения по другим месторождениям, мы считаем наиболее подходящим геохимическим условием для образования пирита (отчасти и халькопирита) наличие более кислой ветви кислой магмы.

В связи с этим отметим, что предыдущие исследователи, говоря о формировании колчеданов из гидротерм гранодиоритовых интрузий, не учитывают того, что эти интрузии по возрасту значительно моложе кварцевых порфиров и характеризуются средней кислотностью.

Как известно, гидротермальные растворы, генетически связанные с кислыми интрузиями, поднимаются на поверхность в позднюю стадию магматического процесса. Следовательно, эти растворы должны были бы образовать хотя бы небольшие прожилки где-либо в самих интрузивных телах или в их апикальных частях, чего также не наблюдается.

Серноколчеданные оруденения на Малом Кавказе не могут относиться к типу контактовых и контактово-метасоматических образований, так как они образовались до формирования покровных вулканогенных пород. Геологические условия показывают, что оруденения находятся не только на периферии кварцевых порфиров (где происходила наибольшая концентрация колчедана), а во вкрапленном виде, количественно постепенно уменьшаясь, доходят до 50—200 м глубины.

Если оруденение встречается участками среди кварцевых порфиров, то метаморфизация и преобразование последних во вторичные кварциты охватывают огромные площади и большие глубины.

Трудно представить таких огромных размеров метасоматическую переработку кварцевых порфиров и распределение в них во вкрапленном виде серного колчедана лишь воздействия гидротермальных растворов, идущих от отдельной интрузии, к тому же через разрозненные тектонические разрывы. До сего времени не установлены такие крупные разрывы, вокруг которых происходили бы весьма интенсивные метасоматоз и оруденение. Этим изменениям должны были подвергнуться и покровные породы, в которых, однако, не заметно никаких следов метасоматоза.

Мы считаем, что образование пирита в форме мелких вкраплений и изолированных скоплений (рудных штоков) возможно лишь в том случае, если он выкристаллизовался непосредственно из кварцевого порфира субвулканической фазы, а также в гидротермальную стадию этой фазы. Кислая магма обладает большой вязкостью, поэтому сернистые газы и хлориды железа (отчасти и других металлов) поднимались в верхние части ее по мере застывания. Этому процессу способствовала все увеличивающаяся сила водяных паров. В эту стадию поднимался и кремнезем. Возможность газового переноса кремнезема и других соединений в условиях критических температур доказана экспериментальными работами Ф. В. Сыромятникова, затем Н. И. Хитарова и П. А. Иванова. Последними авторами доказано существование «газового

раствора» нелетучего вещества в газе летучего растворителя. Концентрация растворенного вещества находится в прямой зависимости от критической температуры. Таким образом, вода в критических условиях является сильным растворителем. Давление ее паров еще больше увеличивается при понижении температуры, чем и объясняется проникновение «газовых растворов», а затем и гидротерм в застывающие или уже сформировавшиеся верхние части кварцевых порфиров.

Об имевшей место газовой фазе кислой магмы в рассматриваемых типах месторождений в некоторой степени свидетельствует наличие таких минералов, как флюорит и зуниит.

Постепенное понижение температуры способствовало переходу от пневматолитовой стадии к гидротермальной. При этом гидротермы содержали некоторое количество меди, малые количества цинка, свинца, золота, серебра, селена и теллура. В процессе метасоматоза кварцевых порфиров эти термы сопровождалась и коллоидными растворами, образованию которых способствовал вытесненный из полевых шпатов кремнезем и другие минералы. Эти растворы обусловили появление тонких оторочек вторичного кварца вокруг первичного, а также образование зонального пирита метакolloидной структуры.

По минеральной ассоциации и структурным соотношениям можно вывести некоторые суждения о характере рудогенетических процессов. Пирит первой генерации, благодаря высокой кристаллизационной способности, эвгедрален по отношению к халькопириту и сфалериту, причем последние, кроме вкрапленного, местами имеют тонкожилковатый характер. При этом первый минерал, как и первичный кварц, сопровождается флюоритом и пиритом второй генерации. Эти факты могут служить некоторым основанием для разграничения указанных стадий.

Более или менее равномерный и региональный характер метасоматоза кварцевых порфиров в рудных полях говорит о непосредственной близости очага терм, которые, благодаря высокому давлению, могли проникать в мельчайшие трещины консолидирующейся магмы.

О последовательном характере оруденения можно судить и по нескольким генерациям пирита и кварца.

Нашу мысль о генезисе серноколчеданных месторождений Чирагидзор-Тоганалинского типа можно кратко сформулировать следующим образом.

Выделяя три фазы извержения кварцевых порфиров, мы первую и вторую фазы, отделенные друг от друга туфогенными породами с фауной, относим к эффузивным. Они содержат равномерно рассеянный мелковкрапленный пирит.

Формирование туфогенных пород кварцпорфирового состава происходило в подводных условиях, о чем свидетельствует найденная в них фауна байоса. Третья субвулканическая фаза явилась основной рудопродуцирующей. Верхняя часть магматической массы при этой фазе извержения застыла в условиях, близких к поверхностным, будучи внедренной в толщу, формировавшиеся в процессе предшествующих ей извержений. С ней генетически связаны гидротермы, содержащие газы (пары воды, сернистые газы, фтор, хлориды и т. п.), которые, поднимаясь по тонким трещинам, могли произвести метасоматические изменения не только магматической массы указанной субвулканической фазы извержения, но и ранее формировавшихся кварцевых порфиров. Процесс этот был весьма продолжительным. Вначале шло окварцевание и хлоритизация темноцветных минералов, окварцевание и каолинизация полевых шпатов. Этот процесс продолжался также при последующей пиритизации и образовании других сульфидов, имеющих минералогический интерес.

## АНАЛОГИЯ В УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ СЕРНОГО КОЛЧЕДАНА

В земной коре чисто серноколчеданных месторождений, сравнительно с другими сульфидными оруденениями, мало. Однако в их формировании можно отметить значительную аналогию.

Историю изучения серноколчеданных месторождений можно разбить на два этапа.

Первый этап—это попытка генетически связать оруденение серного колчедана по аналогии с полиметаллическими, железнорудными и др., с интрузиями гранитов, гранодиоритов или даже основных пород, как это было сделано для норвежских месторождений.

Второй этап начинается с 1936 г., когда крупный советский ученый акад. А. Н. Заварицкий [6] произвел ревизию имеющегося фактического материала и высказал совершенно правильную точку зрения на генезис колчеданных месторождений, в частности уральских, считая, что они имеют метаморфическое происхождение. Первоначальное оруденение серного колчедана он связывает с кварцевыми порфирами и альбитофирами.

Здесь уместно будет привести выдержку из работы А. Н. Заварицкого [6], который, говоря о генезисе серноколчеданных месторождений Урала, отмечает «...стремление искать всегда источник оруденения в интрузиях, которые наблюдаются в данном районе, и подходить к процессам рудообразования с точки зрения стандартных схем, уже давно вошедших в учебники, может быть, отодвигает в представлениях некоторых исследователей на задний план те закономерности в распространении месторождений и в их геологической обстановке, которым надо придавать гораздо большее значение».

В. И. Вернадский говорил, что геологи в затруднительных случаях стараются ссылаться на магму.

В районе большинства колчеданных месторождений интрузивных пород или нет совсем, или же они находятся в некотором отдалении. Вместе с тем, кварцевые порфиры или кварцевые альбитофиры отмечаются везде. Как видно из литературы, обоснованных фактов о связи серноколчеданных оруденений с интрузиями не приводится, к тому же в их ореоле оруденения не наблюдается. Не учитываются также физико-химические и геохимические условия концентрации серного колчедана. Это можно сказать и о серноколчеданных месторождениях Малого Кавказа.

В связи с рассматриваемым вопросом небезинтересно привести некоторые фактические данные по серноколчеданным месторождениям Советского Союза и зарубежных стран.

На Урале значительные серноколчеданные месторождения расположены по восточному склону хребта в метаморфической толще, будучи приурочены в большинстве своем к кварцево-серицитовым, кварцево-хлоритовым сланцам и к контактам кварцевых альбитофиров. С севера на юг выделяются 10 рудных полей, каждое из которых объединяет ряд месторождений. Эти рудные поля следующие: 1) Красноуральское, 2) им. III Интернационала, 3) Левихинское, 4) Карпушихинское, 5) Калатинское, 6) Ревдинско-Зюзельское, 7) Манукско-Каштымское, 8) поле Саймоновской долины, 9) Тоналык-Баймака и 10) Блявинское.

О генезисе уральских колчеданных месторождений было высказано довольно много предположений, возникших при попутных исследованиях отдельных серноколчеданных оруденений.

Исследователи старались найти аналогию в генезисе между уральскими месторождениями колчеданов и месторождениями Норвегии, Испании и Японии. Поэтому они пытались связать образование сернокол-

чеданного оруденения с интрузиями, которых часто даже в непосредственной близости месторождений не имеется.

Высказанное в свое время Л. Дюпарком мнение о генетической связи колчеданных месторождений Урала с основными интрузиями было опровергнуто последующими исследователями.

По Я. В. Самойлову [30], Е. Е. Захарову [9] и др., уральские колчеданные оруденения генетически связаны с гидротермальной деятельностью кислых интрузий.

Лучший знаток Урала—А. Н. Заварицкий впервые взял под сомнение существующие взгляды на генезис серноколчеданных оруденений Урала, а также ряда других месторождений. Он совершенно правильно пришел к выводу об одновременности образования рассматриваемого типа оруденения с кварцевыми альбитофирами, которые получили большое распространение в районе серноколчеданных месторождений. А. Н. Заварицкий считает, что месторождения серного колчедана в последующем участвовали в процессе метаморфизма. Он отмечает, что глубины первоначального образования колчеданных месторождений были небольшими, и источники оруденения находились в очагах, расположенных в зоне древнего вулканизма.

Дальнейшие исследования Г. Б. Роговера [27], С. Н. Иванова [11], Д. И. Суслова и М. И. Меркулова [32] и др., а также геологов-практиков в значительной степени подтвердили мнение А. Н. Заварицкого.

А. А. Амирасланов на основании тщательных исследований [2] определенно высказывается за генетическую связь серноколчеданных месторождений Урала с кислыми породами—кварцевыми порфирами.

Таким образом, все эти исследования с большой достоверностью дают возможность считать серные колчеданы Урала производными вулканогенной фазы кислой магмы типа кварцевых порфиров или кварцевых альбитофиров.

Наряду с выяснением характера и условий формирования магмы с серноколчеданной специализацией (ортомагмы) были высказаны мнения, подкрепляемые фактическими данными, о путях концентрации руды во вмещающих породах. В. А. Обручев [21] предполагает инъекционный метасоматический, гидротермальный или пневматолитовый генезис серноколчеданных месторождений Урала. Высказывались также мнения о мезотермальном типе образования их. На этих вопросах мы не останавливаемся, так как по ним имеется большая литература.

Исследователи Малого Кавказа серноколчеданные оруденения этого района обычно относят к типу Рио-Тинто (Испания). О генезисе этого крупнейшего месторождения серного колчедана, разрабатывавшегося еще финикийцами с XI века, нет единого мнения. Раньше ему приписывали осадочное происхождение. Генетическая связь оруденения в Рио-Тинто с кислыми породами считается как будто уже установленной. Такие исследователи этого месторождения, как А. Батеман [37], А. М. Финляйзен [39] и др., считают серный колчедан производным кварцевых альбитофиров. Восходящие термы, по их мнению, производили весьма интенсивный метасоматоз вмещающих пород.

По В. Линдгрёну [19], месторождение Рио-Тинто относится к типу пиритовых месторождений замещения, образовавшихся на глубине 1500—4000 м в мезотермальных условиях—в пределах 175—300°, когда возможна кристаллизация барита.

О генезисе японских месторождений (Бести, Секи, Хиташи), расположенных среди метаморфизованных пород, говорится в работах Такео Като [40], К. Киношита [17] и др., которые связывают их образование с извержениями кислой магмы. Т. Като отмечает гидротермально-метасоматический генезис медистых пиритов этих месторождений.

Колчеданные месторождения Британской Колумбии связываются (В. Кольминс и др.) с гранитным батолитом Берегового хребта. Подобные же месторождения имеются в Канаде (Квебек, Манитоба и др.).

Крупные месторождения колчеданов имеются в Норвегии (Сулительма, Ророс, Иттеро, Маракер). Они расположены в толщах кембрия и силура, которые интродуцированы гранитами, габбро и перидотитами. В связи с тем, что оруденение расположено вблизи основных пород, с ними и связывается его генезис. Как видно из литературы, норвежские колчеданные месторождения находятся примерно в аналогичных геологических условиях с другими колчеданными месторождениями. Поэтому вопрос об условиях их формирования нельзя считать решенным. С производными кислой магмы генетически связываются колчеданные месторождения Алтынтепе в Добрудже, Пернек в Чехословакии, Кальванг в Штирии, ирландские и т. п. Из подобных месторождений в США можно указать Шаста Каунти в Калифорнии и на Аляске.

Все эти месторождения характеризуются определенной, причем бедной ассоциацией минералов, в которой почти отсутствуют высокотемпературные образования.

### **ОСОБЕННОСТИ СЕРНОКОЛЧЕДАНЫХ ОРУДЕНЕНИЙ**

Характерной особенностью серноколчеданного оруденения является приуроченность его к кислым породам типа кварцевых порфиров, кварцевых альбитофиров, кварцевых кератофиров и т. п.

Количество минералов, участвующих в минералогическом составе руд, также ограничено. При преобладающем содержании пирита в парагенезисе его принимают участие из рудных минералов в подчиненном количестве халькопирит, затем сфалерит, борнит и тетраэдрит, а из нерудных — в основном кварц, каолин, затем серицит, хлорит, в небольшом количестве кальцит, барит, флюорит, пирофиллит, зуниит и др.

Все это говорит об отсутствии высокотемпературных минералов в ассоциации серного колчедана.

Морфологически серноколчеданные оруденения резко отличаются от других типов сульфидного оруденения. Специфической особенностью их является отсутствие жильной формы образования и, следовательно, жильных минералов.

Оруденения серного колчедана в месторождениях Малого Кавказа имеют различные формы. Наиболее характерными формами являются рудные штоки и вкрапленные руды. Между ними имеются постепенные переходы.

### **НЕОБОСНОВАННОСТЬ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ КОЛЧЕДАНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МАЛОГО КАВКАЗА С ИНТРУЗИЯМИ**

При разборе данного вопроса прежде всего следует обратить внимание на то, с какими интрузивными породами могут быть генетически связаны серноколчеданные оруденения, каков возраст и кислотность их, установить места наибольшего их распространения и характер проявления.

В районах распространения и в непосредственной близости к наиболее крупным массивам интрузивных пород месторождений или проявлений серного колчедана не имеется или же они, как, например, в Кедабеке, признаков генетической связи с оруденением не проявляют. В Кедабекском месторождении интрузивные породы представлены кварцевыми диоритами, производившими сильное контактово-метасоматическое воздействие на вмещающие породы, выразившееся в своеобразном высокотемпературном скарнировании. Этот процесс происходил в гипабиссальных условиях, причем апикальная часть интрузии непосред-

венно у месторождения представляет собой пример кровли обрушения с многочисленными ксенолитами. Таким образом, завершившийся глубинный процесс в Кедабекском районе не может быть одновременно связан с процессами окварцевания кварцевых порфиров и его оруденения, тем более, что интрузия прорывает не только кварцевые порфиры, но и покровные вулканогенные породы и известняки.

В районе Чирагидзорского месторождения интрузивных пород не имеется. Небольшие обнажения их выступают по р. Бахшидзор и в соседних районах. Как показывают полевые исследования, в контакте этой интрузии каких-либо значительных концентраций серного колчедана не наблюдается. Кварцевые же порфиры здесь содержат равномерную вкрапленность пирита, как в более отдаленных участках.

У Тоганалинского месторождения интрузивные породы также отсутствуют. Их нет и на участках многочисленных проявлений серного колчедана в бассейне р. Кюракчай (Азгиллы, Гекгель, Сарысу, Карабулах и др.).

Отдельные небольшие экструзивные выступы диорит-порфиритов (у устья Ахсу по дороге на Гекгель, выше сел. Камо и др.), прорывающие юрскую толщу, не проявляют каких-либо признаков оруденения как в кварцевых порфирах, так и в покровных вулканогенных породах. Это относится и к жильному комплексу, состоящему из диабазов и диабазовых порфиритов, плагиоклазовых порфиритов, интрузивных базальтов и т. д. По зальбандам их оруденения не имеется. Дайками же рудных участков захвачены из кварцевых порфиров молекулы пирита, которые выкристаллизовались как редко вкрапленная составная часть названных пород. В Чирагидзорском, Тоганалинском, Кедабекском и других месторождениях дайки диабазовых порфиритов прорезают серноколчеданные оруденения, в том числе и отдельные штоки, что не оставляет сомнения в том, что дайковый комплекс более молод, чем оруденение.

Таким образом, в пространственном расположении интрузивных пород не фиксируется закономерной связи с кварцевыми порфирами и их оруденением. По кислотности эти интрузии относятся к магмам среднего состава, не соответствующим физико-химическим условиям серноколчеданной ассоциации. Как правило, эта ассоциация более характерна для кислой магмы, формирующейся на небольших глубинах при резком понижении температуры.

Весьма важным является возраст интрузий, который должен контролировать пределы распространения серноколчеданного оруденения.

Интрузии гранодиоритов и их дериватов относят к послевеерхнеюрскому времени. К. Н. Паффенгольц возраст их уточняет как третичный (послесредний олигоцен). Эти интрузии получили значительное распространение на северо-восточном склоне Малого Кавказа. Но вблизи них (у сел. Зурнабад, в бассейнах рр. Гянджачай, Шамхорчай и др.) признаков серноколчеданного оруденения нет. Если бы они являлись носителями сульфидных оруденений, то последние должны были бы проявиться и в более молодых вулканогенных образованиях юры и мела. Для этого существовали благоприятные условия, так как все дислокационные процессы, в том числе и альпийские, настолько подготовили толщу юры и мела, что они вполне могли бы явиться вмещающими для колчеданных руд. Линии тектонических разрывов не ограничивались пределами кварцевых порфиров, а проходили выше, куда должны были бы проникнуть и рудные растворы.

Приведенный материал показывает, что обосновать генетическую связь серноколчеданного оруденения с третичными интрузиями невозможно. Также необоснована попытка генетически связать Чирагидзорское месторождение с бахшидзорским диорит-порфиритовым интрузивом.

## СОБСТВЕННАЯ ТЕКТНИКА КВАРЦЕВЫХ ПОРФИРОВ И ВОПРОСЫ ОРУДЕНЕНИЯ

Кварцевые порфиры и их оруденения после своего формирования в среднеюрское время участвовали в тектонических движениях, из коих наиболее интенсивно проявилась альпийская складчатость.

О крупных тектонических явлениях в области развития серноколчеданных проявлений можно судить и по интенсивным вулканическим процессам, как правило, сопровождавшим складчатость.

Таким образом, крупные дислокации средней юры (байос) обусловили формирование кварцевых порфиров и их оруденение. Затем, после затишья, вулканический процесс наиболее интенсивно проявился в бате. Перерыв между вулканическими процессами байоса и бата знаменуется отложениями базальных конгломератов и брекчий, в которых в обилии находятся гальки вторичного кварца, иногда с пиритом (большей частью выщелоченным). Батская тектоническая подвижка, а затем более молодые дислокации турона и альпийской складчатости оказали некоторое влияние на тектонику кварцевых порфиров.

К тектонике кварцевых порфиров следует отнести дифференцированно. Кварцевые порфиры, представляющие собой более твердый субстракт (наряду с подстилающими возможно изверженными и уплотненными породами) слабо реагировали на складчатость, вследствие чего последняя имеет пологий характер.

В кварцевые порфиры, равно как и в покрывающие их вулканогенные породы внедрилась основная магма, обусловившая интенсивный зелено-каменный дайковый комплекс Малого Кавказа. По времени эту дизъюнктивную складчатость можно отнести к концу бата, когда происходило затухание вулканического процесса.

Кварцевые порфиры, участвующие в присводовой части антиклинария и простирающиеся в общекавказском направлении через весь Малый Кавказ, характеризуются слабой складчатостью. Однако линии тектонических разрывов, которые равно относятся к кварцевым порфирам и рудному полю, а также к покровным вулканогенным породам, в значительной степени имеют северо-восточное или меридиональное направление. Из этого следует, что для районов Чирагидзорского, Тоганалинского, Кедабекского и других месторождений и проявлений серноколчедана характерно то, что большинство отмеченных тектонических разрывов образовалось до альпийской складчатости, но в указанную эпоху они оживились и резко проявились. Дайковый комплекс и дизъюнктивные нарушения часто послерудные. В частности, они отчетливо прослеживаются и подтверждаются буровыми скважинами на Чирагидзорском, Тоганалинском и других месторождениях. Амплитуда послерудного сброса по балке Камышлыдере в Тоганалинском месторождении исчисляется десятками метров. Камышлыдеринское нарушение до последнего времени считалось основным направлением рудной зоны. Геологическими исследованиями и рядом скважин (№ 24 и др.) теперь устанавливается, что левая сторона балки является сброшенной частью. Кстати отметим, что этот сброс наблюдается и в покровных вулканогенных породах.

Северо-восточное, притом пострудное направление линий тектонических разрывов наблюдается и в районе Чирагидзорского месторождения.

В Кедабекском месторождении нарушения имеют обычно меридиональное направление.

Отметим, что приуроченность оруденения к этим разрывам нами нигде не наблюдалась. Обохренные же «зоны» в районах названных месторождений по таким нарушениям связаны со вторичными процессами, а именно с выщелачиванием колчеданных руд из окварцованных

кварцевых порфиров. Этот вопрос очень важен в практическом отношении, так как по этим зонам, считавшимся рудоносными, нередко проходили выработки.

Колчеданные термы поднимались в верхние участки субвулканической фазы кварцевых порфиров, а также проникли и в эффузивные фазы их.

Пути для проникновения гидротерм являлись трещины, образовавшиеся в силу собственной тектоники. Некоторую роль в этом, естественно, сыграли и обычные трещины отдельностей — матрацевидные, параллелепипедальные, столбчатые. Отметим, что в кварцевых порфирах слоистость выражена слабо. Для них нехарактерны также смятие и рассланцованность.

Н. С. Успенский [33], впервые говоря об экранирующей роли покровных пород при скоплении колчедана, считал путями проникновения гидротермальных растворов более молодые дайки порфиритов. Эти дайки, однако, пересекают не только кварцевые порфиры, но и покровные породы. Возникает вопрос: почему рудные растворы не дошли до последних.

По мнению К. Н. Паффенгольца [23], рудные растворы могли подняться по «древним» сбросам и изломам в самой толще кварцевых порфиров. В таком случае следовало бы думать, что тектонические разрывы, присущие лишь кварцевым порфирам, могли образоваться только до излияния покровных среднеюрских вулканогенных пород, следовательно, и проникновение рудных растворов, генетически связанных с молодыми третичными интрузиями гранодиоритов, не могло иметь места в более позднее время. В последующих же дислокационных процессах мезокайнозоя принимали участие и покровные породы, в которых отмечаются те же направления линий разрывов, что и в рудоносной толще кварцевых порфиров.

В таком случае становится непонятным факт распространения серного колчедана лишь в кварцевых порфирах, так как оруденение, как считают указанные авторы, значительно моложе по времени, тем более, что тектонические передвижки в равной степени коснулись кварцевых порфиров и покровных пород. Если стать на эту точку зрения, следовало бы встретить, как это характерно для таких типов месторождений, оруденение в форме крупных жил или больших штоков, что не имеет места.

Минералогически выявляется катакластическая структура кварцевых порфиров. Минералы, в частности такие устойчивые, как кварц, сильно трещиноваты или раздроблены на мелкие кусочки. Такая же трещиноватость выявляется и в пирите.

В заключение отметим, что в отношении дизъюнктивных нарушений и их роли в формировании Чирагидзорского месторождения авторами даются различные тектонические схемы, которые не всегда согласуются между собой.

Е. Багратуни и М. А. Русаковым выделены три последовательных дизъюнктивных нарушения различных направлений, из коих два — взбросо-сдвиги северо-восточного направления с амплитудой свыше 150—200 м (первый — с простиранием 60—70° и второй — 20—40°). Первое нарушение принимается как путь поднятия гидротермальных растворов. Третье направление взбросо-сдвигов — меридиональное (до 10°), с падением на восток под углом 50—70°.

Мы полагаем, что нет достаточных оснований разграничивать эти системы нарушений. К тому же, как показали наши исследования, эти направления, главным образом, являются послерудными. Более поздние нарушения с амплитудой до 10 м, простирающиеся в северо-западном направлении, а также почти широтные встречаются очень редко.

Н. И. Ларин и З. М. Усачева [18] предложили для района Чирагидзорского месторождения несколько иную тектоническую схему. «Дорудные» разломы—северо-восточный с простиранием  $30-50^\circ$  при угле падения на запад  $35-60^\circ$ , северо-западный с простиранием  $230-320^\circ$ . Послерудные разломы имеют различные направления и выполнены жильными порфирами. М. Д. Дорфман и З. М. Усачева [4] отмеченные выше три системы разломов считают послерудными.

К. Н. Филиппов и др. [34] в Чирагидзорском месторождении отмечают две «дорудные» зоны дробления. Одновременно они указывают, что послерудная тектоника, выраженная многочисленными линиями тектонических разрывов (сбросы, разломы), в основном аналогична дорудной.

Несколько отличается от этого тектоническая схема описываемого месторождения, данная Г. И. Керимовым и Э. Ш. Шихалибеги.

Приводя эти тектонические схемы мы хотели иллюстрировать разноречивость данных предыдущих исследователей, вызванную попыткой связать формирование серного колчедана с теми или иными системами трещин.

Безусловно, их фактические данные о том, что трещины северо-восточного и меридионального направления являются послерудными, так как они нарушают и области оруденения, весьма ценны. Как показали наши исследования, оруденения в большинстве случаев не приурочены к указанным линиям тектонических разрывов, которые продолжаютя также в покровных породах. Это ясно иллюстрируется геологическими картами Чирагидзорского месторождения. Авторы не в состоянии привести каких-либо обоснований для того, чтобы показать хотя бы пространственную связь оруденений с гипотетической гранодиоритовой интрузией под оруденелыми участками. В этой связи является также сомнительным куполовидное поднятие г. Пант, вершина которой сложена диоритовыми порфиритами, являющимися экструзиями, подобными имеющимся у устья Ахсу, по дороге на Гекгель, у сел. Тоганалы и т. п.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследованный рудный район расположен в верховьях р. Кюракчай, на северном крыле крупного мегантиклинория предгорьев Малого Кавказа, осложняющегося складками второго порядка. Этот район, площадью  $44,37 \text{ км}^2$ , закартирован нами в масштабе  $1 : 20\,000$ , а месторождение Тоганалы — в масштабе  $1 : 1000$  ( $2,20 \text{ км}^2$ ).

Наиболее древними породами района являются кварцевые порфиры (байос), формирование которых происходило в три фазы. Первая и вторая фазы отделяются друг от друга туфами кварцевых порфиров, в которых у сел. Тоганалы нами найдена байосская фауна *Chlamys ex. gr. Dewalquei* Орр.

Выделяется несколько петрографических типов кварцевых порфиров, отличающихся по цвету, макро- и микроструктуре, количественному соотношению минералов, в особенности кварца и полевых шпатов и их обоих — к основной массе. В обнажениях они массивные, а иногда характеризуются столбчатой отдельностью. В отдельных участках кварцевые порфиры сильно окварцованы (до вторичных кварцитов) и пиритизированы. Именно в этих участках располагаются месторождения и проявления серного колчедана.

Толща кварцевых порфиров покрывается вулканогенными породами, представленными (снизу вверх) туфопесчаниками, туфобрекчиями и туфоконгломератами (базальными), а затем порфиритами следующих разновидностей: авгитовыми, плагиоклазовыми и роговообманковыми. Местами в низах вулканогенной толщи появляются крупновкрапленные

плагноклазовые порфириды и их туфопесчаники и туфобрекчии. В этих порфиридах, особенно в туфобрекчиях, размеры плагноклазов достигают 3 см. В районе Тоганалинского месторождения, благодаря воздействию сернокислых растворов, образующихся при выщелачивании колчедана и спускающихся по тектоническим трещинам, по этим вкраплениям плагноклазов образуются псевдоморфозы галлуазита, которые сохраняют реликтовый облик прекрасно развитого триклинного плагноклаза с комбинациями.

Обе эти толщи средней юры прорываются интрузивными, экструзивными и жильными породами.

Заслуживают внимания обнаруженные нами впервые интрузии оливникового габбро-норита более основного ряда. Такого характера интрузии вообще не были известны для Ханларского района.

В бассейне р. Кюрракчай некоторые экструзии предыдущими исследователями принимались за интрузии, и в описаниях им давалась неправильная номенклатура пород. В частности, исследованные нами экструзии у устья р. Ахсу, по дороге на Гекгель, а также впервые отмеченные нами у сел. Тоганалы, в районе сел. Азгилли, на правом берегу озера Гекгель оказались типичными кварцевыми и бескварцевыми диорит-порфиридами. Для них характерна столбчатая отдельность.

Широкое развитие в районе получили жильные породы, представленные диабазовыми порфиридами и диабазами. Они представляют собой типичные зеленокаменные породы различной зернистости. Простираются преимущественно северо-восточное, приближающееся к меридиональному. Интересно отметить, что в этом же направлении прослеживаются линии тектонических разрывов. Этот факт позволяет заключить, что как трещины, заполненные основной магмой, так и нарушения зародились одновременно, но впоследствии, в альпийскую эпоху, еще более оживились.

Чрезвычайно интересными оказались также интрузивные базальты по р. Тоганалысу. Образование их, по видимому, синхронично с оливниковым габбро-норитом, и они принадлежат к одной магме. Обе эти породы значительно свежее, чем вмещающие.

В работе большое внимание уделено также химико-минералогическому составу и стратиграфической последовательности пород горизонтов Тоганалинского месторождения. Дается совершенно новая схема, что важно для проведения глубоких геолого-разведочных работ.

Здесь устанавливается следующая последовательность (снизу вверх):

1. Кварцевые порфиры (окварцованные и пиритизированные).
2. Туфопесчаники.
3. Туфобрекчии — плотные и зернистые, с крупными вкраплениями плагноклазов (до 3 см), с включениями галек кварцевых порфиров и вторичных кварцитов с пиритом. Выше они переходят в крупновкрапленные плагноклазовые порфириды.

4. Туфоконгломераты и туфобрекчии покровных пород.

5. Порфириды пироксеновые и плагноклазовые.

Нами установлен ряд линий тектонических разрывов, которые, несомненно, являются послерудными, так как по ним нарушаются сбросами не только покровные породы, но и кварцевые порфиры с рудными полями.

Следует считать доказанным и послерудный характер сброса по Камышлыдере, так как явно устанавливается нарушение пиритизированных кварцевых порфиров и покровных вулканогенных пород. Это подтверждается и буровыми скважинами, заложенными в 70 м на восток от линии сброса. В частности, в скв. № 24 восточнее продолжение оруденелых кварцевых порфиров на глубине 202 м.

Выяснение этого вопроса имеет весьма важное значение, так как указанная линия нарушения (как, впрочем, и другие) неправильно считается путем, по которому якобы поднимались гидротермы, генетически связанные с гранодиоритовой интрузией и способствующие оруденению кварцевых порфиров. Подобное предвзятое мнение повлекло за собой и другие неправильные определения, в частности некоторых «рудных зон», которые, как показали наши исследования, являются обохренными участками вдоль тектонических трещин, которые, наоборот, служили путями для нисходящих растворов, несущих с собой железистые частицы.

Оруденение приурочено к периферической части толщи кварцевых порфиров. Нами составлена блок-диаграмма рудного тела, которая показывает характер изменения оруденения по глубине. Согласно содержанию серы, мы выделяем по глубине шесть зон. Как можно видеть из этой блок-диаграммы и диаграммы содержания серы, оруденение практически исчезает на глубинах, больших 200—250 м. Согласно наблюдаемой зональности и данным определений серы по буровым скважинам, нами выделяются пять типов оруденения.

В разделе «Геохимическая характеристика Тоганалинского месторождения» мы попытались выявить последовательность минералообразования на основании структурных соотношений с учетом физико-химических условий кристаллизации минералов, выявить отдельные генерации минералов, в частности кварца и пирита. Помимо образования пирита в высокотемпературных модификациях (пентагональный додекаэдр и куб), он образовался также из коллоидных растворов наряду со второй генерацией кварца.

Выделяются ведущие минералы и ведущие элементы. Многочисленными фотоснимками и зарисовками пород и минералов мы иллюстрируем характер рудообразующих процессов.

Нами обнаружен ряд новых минералов, неизвестных для Тоганалинского месторождения, которые характеризуются химическими и оптическими данными, а отдельные минеральные виды подвергнуты рентгеноструктурным и термическим исследованиям. Особое внимание обращено на роль отдельных элементов и их закономерности, в частности таких, как кобальт, селен, теллур, медь, цинк и т. п.

Мы попытались впервые применить структурную карту для выявления подземного рельефа поверхности оруденелых и окварцованных участков кварцевых порфиров в Тоганалинском месторождении. По этой карте ориентировочно можно определить глубину рудного участка, что важно для проектирования буровых скважин и глубоких горных выработок.

По этой карте выявляется ряд эродированных участков на поверхности толщи кварцевых порфиров, что может характеризовать условия залегания и мощность покровных пород. Это — важная задача, стоящая перед разведчиками. Существенным вопросом, имеющим теоретическое и практическое значение, является выяснение генезиса серного колчедана. При разборе этого вопроса мы, естественно, вынуждены были выйти за рамки Тоганалинского месторождения, чтобы охватить более широкий круг вопросов и привлечь возможно больший фактический материал.

Помимо этого, мы специально осмотрели многие месторождения колчеданных руд на Малом Кавказе. Анализируя большой фактический материал по ряду месторождений серноколчеданных руд Азербайджана, мы пришли к заключению, что рассматриваемого типа оруденения генетически не могут быть связаны с сравнительно молодой гранодиоритовой интрузией, как это до сих пор предполагали. Знакомясь с отчетами и опубликованными работами по вопросу генезиса серноколчеданных руд Азербайджана, мы не нашли специального анализа его и фактических данных. Все последователи Н. С. Успенского повторяют его концепцию, не

приводя каких-либо подтверждающих материалов. Ряд положений Н. С. Успенского справедливо критикуется К. Н. Паффенгольцем, но он все же принимает его утверждение о генезисе Чирагидзорского и Кедабекского месторождений.

За последние 20 лет накопилось много весьма ценных фактических данных, которые позволяют выявить реальную картину рудообразовательного процесса.

Обобщая приведенные данные мы приходим к следующим выводам:

1. Геолого-разведочные работы последних лет подтверждают большие перспективы Тоганалинского месторождения, которое должно обладать огромными запасами бедной колчеданной руды (со средним содержанием серы от 15 до 25%). Опыты по обогащению бедных руд Тоганалинского месторождения показали промышленную их кондицию. Это месторождение по запасам руды значительно превосходит Чирагидзорское и Кедабекское месторождения.

2. Серный колчедан приурочен к верхней части толщи кварцевых порфиров и генетически связан с субвулканической фазой извержения юрской кислой магмы. Поэтому дальнейшие поиски его должны быть ограничены пределами района распространения пород этой фазы и толщи кварцевых порфиров. В покровных толщах ожидать оруденения типа Чирагидзорского и Тоганалинского не приходится.

3. Кварцевые порфиры второй фазы располагаются выше слоистых кварцпорфировых туфов. Наибольшее развитие они получили выше сел. Тоганалы, по направлению к месторождению, и далее — к сел. Аджиакперли, Чирагидзору, к сел. Азгиллы (в особенности за 2—3 км до него), в полосе правого и левого берегов озера Гекгель, у кочевок Азгиллы, в Карабулахе и т. п.

4. Буровые скважины должны быть в первую очередь заложены к востоку от Тоганалинского месторождения за сбросом Камышльдере, выше и восточнее скв. № 24. Ряд скважин следует заложить по левому склону долины Тоганалысу, между сел. Тоганалы и месторождением. Несколькими скважинами нужно выявить возможность увеличения рудных концентраций в направлении к северо-востоку, за скв. № 34, а также к западу, в сторону сел. Аджиакперли, за скв. № 23. Должны быть заложены скважины между Чирагидзором и Тоганалами, где несомненно будут выявлены новые рудные тела, так как эти месторождения генетически между собою связаны и приурочены к одному изверженному комплексу субвулканической фазы кварцевых порфиров.

5. Должно быть обращено внимание на участок Ахсу, а также на гекгельские участки, где, несомненно, следует провести повторные геофизические работы, а затем заложить буровые скважины (на левом берегу озера, в местности Кокордзор, и на правом берегу его на проявлениях Кагеердзор и Сарылент).

6. Разведочные работы, проведенные на Карабулахском участке в 1949 г., были недостаточны для выявления действительной картины серноколчеданного проявления. По нашему мнению, штольни проходили в отдалении от наиболее оруденелых зон периферической части кварцевых порфиров. Поэтому дальнейшие разведочные работы следует направить к участку, расположенному ближе к границам с покровными породами. Интересно также выяснить распространение найденной в штольне № 1 прожилки полиметаллических руд и ее взаимоотношение с серноколчеданным проявлением.

7. В районах развития субвулканической фазы кварцевого порфира мы рекомендуем провести электроразведочные и магнитометрические исследования, с учетом наших соображений о приуроченности руд к апикальной части субвулканической фазы кварцевых порфиров.

8. Как показало сопоставление геофизических данных с результатами разведок, несовпадение линий аномалий с максимальными проявлениями колчеданов объясняется вариацией мощности покровных вулканогенных пород и их физическими свойствами.

9. Серноколчеданное оруденение Тоганалы-Чирагидзорского типа генетически связано с излияниями кварцевых порфиров, в основном с субвулканической фазой их, и нет никаких оснований соглашаться с мнением прежних исследователей о связи его с гранодиоритовыми интрузиями. Установление генезиса, в особенности для рассматриваемого серноколчеданного типа руды, имеет существенное практическое значение в смысле направления дальнейших поисковых и геолого-разведочных работ. Поэтому мы рекомендуем в дальнейшем провести специальную работу по данному вопросу.

10. Выявленные нами основные линии тектонических нарушений СВ направлений и Камышлыдеринского сброса являются послерудными. Поэтому они не могут считаться контролирующими для направления разведочных работ. С этой точки зрения мы считаем недостаточными тектонические схемы, которые обычно рисуются для участков серноколчеданного оруденения, в том числе и Чирагидзорского месторождения.

11. Наши наблюдения показали, что многие из основных тектонических нарушений на этих участках, считаемых путями растворов, являются послерудными нарушениями, обохренными нисходящими железистыми сернокислыми растворами. Поэтому не следует проводить расчистки, ориентируясь на эти «рудные зоны». Учитывая это обстоятельство, мы рекомендуем проводить специальные исследования трещинной тектоники участков серноколчеданного оруденения.

12. Породы, принимаемые в настоящее время в практике разведочных работ за «брекчии трения», в зоне нарушения в действительности оказались измененными туфобрекчиями с крупными выделениями плагиоклаза. Эти изменения произошли вследствие воздействия сернокислых растворов, спускающихся с гипсометрически выше расположенных ириитизированных кварцевых порфиров. В измененной породе выделяются крупные псевдоморфозы галлуазита по плагиоклазу. Таким образом, эти породы не могут считаться ориентиром при определении тектонически наиболее разрушенных участков, тем более указанием на наибольшую концентрацию руд в этих тектонических зонах.

Составленная нами детальная геолого-петрографическая карта Тоганалинского месторождения позволила выявить здесь ряд фаз извержений, сопровождающихся туфобрекчиями и туфопесчаниками, и установить геологический разрез для месторождения. Мы рекомендуем геолого-разведочной партии пользоваться предложенной нами схемой геологической последовательности толщ при документации буровых скважин и определении их проектных глубин.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Азизбеков Ш. А. — Геология и петрография северо-восточной части Малого Кавказа. Изд. АН Азерб. ССР, 1947.
2. Амирасланов А. А. — Минералогическая характеристика колчеданных месторождений Урала и вторичные процессы в них. Труды Всесоюз. научн.-исслед. ин-та минерального сырья, в. 121, 1937.
3. Багратуни Е. Г. и Русаков И. Н. — Серноколчеданное месторождение Чирагидзора и его запасы и перспективы. «Разведка недр», № 10, 1934.
4. Дорфман М. Д. и Усачева З. М. — Геолого-тектоническое изучение Чирагидзорского района. НИУИФ, 1937—1938.
5. Дюпарк Л. и Сигг Г. — Медные месторождения в Сысергской даче на Урале. Труды Геол. ком., нов. серия, в. 101, 1914.
6. Заварицкий А. Н. — Колчеданное месторождение Блява на южном Урале и колчеданные залежи Урала. Труды Ин-та геол. наук АН СССР, т. V, 1936.

7. Заварицкий А. Н. — Некоторые основные вопросы геологии Урала. Изв. АН СССР, сер. геол., № 3, 1941.
8. Заварицкий А. Н. — Зеленокаменные породы из района Учалинского колчеданного месторождения на Южном Урале. Изв. АН СССР, сер. геол., № 2, 1945.
9. Захаров Е. Е. — Колчеданные месторождения восточного склона Урала. «Минеральное сырье», № 2, 1927.
10. Земятин П. М. — Богомоловская группа колчеданных месторождений на Урале. «Минер. сырье и цветные металлы», № 5—6, 1929.
11. Иванов С. Н. — Метаморфизм уральских колчеданных месторождений. «Советская геология», № 2, 1939.
12. Карданов Н. В., Осипов М. А., Мартиросян — Отчет Тоганалинской геолого-разведочной партии за 1949 г. Фонд «Азгеолуправления».
13. Кашкай М.-А. — Тоганалинское месторождение серного колчедана (отчет за 1948 г.). Фонд Ин-та геологии АН Азерб. ССР.
14. Кашкай М.-А. — К вопросу о формировании колчеданных месторождений Азербайджана. Изв. АН Азерб. ССР, № 10, 1951.
15. Кашкай М.-А. — Колчеданная специфика кислых магм. «Проблемы советской геологии», 1955.
16. Керимов Г. И. и Жузе Б. П. — Отчет о работах Тоганалинской опробовательской партии за 1945—46 гг. Фонд «Азгеолуправления».
17. Киношита К. — О генезисе месторождений Куромоно (перевод Заварицкой). Цветметиздат, 1932.
18. Ларин Н. И. и Усачева З. М. — Чирагидзорское месторождение серного колчедана. «Агрономические руды СССР», т. V, тр. НИУИФ, в. 146, 1939.
19. Линдгрэн В. — Минеральные месторождения, в. 3, 1935.
20. Логинов В. П. — Геология Кабанских колчеданных месторождений (Средний Урал) и некоторые черты их генезиса и метаморфизма. В сб. «Колчеданные месторождения Урала». Изд. АН СССР, 1950.
21. Обручев В. А. — Рудные месторождения. Госиздат, 1929.
22. Озерская М. Л. — Технический отчет по электрической разведке Чирагидзорского пиритового месторождения. Фонд «Азгеолуправления».
23. Паффенгольц К. Н. — Чирагидзор. Материалы по общей и прикл. геологии, в. 102. Изд. Геол. ком. 1926.
24. Паффенгольц К. Н. — Основные черты геологического строения и тектоники Ганджинского района Азерб. ССР. Изв. Геол. ком., т. 43, № 3, 1929.
25. Паффенгольц К. Н. — Кедабек. Труды Всес. геол.-разв. объедин., в. 218, 1932.
26. Паффенгольц К. Н. — Озеро Гек-гель и р. Ганджа-чай, как возможные источники водоснабжения г. Гянджа. Труды ВГРО, в. 274, 1933.
27. Роговер Г. Б. — Медноколчеданные месторождения Бялява. ГОНТИ, 1939.
28. Рустамов С. Г. — Гидрография Азербайджанской ССР. Изд. АН Азерб. ССР, 1946.
29. Рустамов С. Г. — Гидрологическая характеристика государственных защитных лесных полос Азерб. ССР. Изд. АН Азерб. ССР, 1950.
30. Самойлов Я. В. — Месторождения серного колчедана в России «Матер. для изучения производ. сил России», № 12. Петербург, 1916.
31. Сулейманов С. М. и Вайнер И. А. — Предварительный отчет о произведенных геолого-разведочных работах на месторождении колчедана Чирагидзор — Тоганале в период 1938—39 гг. Фонд «Азгеолуправления».
32. Сулов Д. К. и Меркулов М. И. — Колчеданное месторождение Карабацкого района на Урале. Цветметиздат, 1932.
33. Успенский Н. С. — Колчеданные месторождения кедабекского типа и их разведка. «Уральский техник», № 1, 1910.
34. Филиппов И., Герасимов В. В., Столяров Е. К. — Тоганалинское месторождение серного колчедана Ханларского района Азерб. ССР. Сводка по разведочным работам 1939 г. Рукопись.
35. Шадлун Т. Н. — Особенности минералогического состава, структур и текстур руд некоторых колчеданных месторождений Урала. В сб. «Колчеданные месторождения Урала». Изд. АН СССР, 1950.
36. Шихалибеги Э. Ш. и Абдуллаев Р. Н. — Отчет Шаумяновской геолого-съёмочной партии о работах, произведенных в междуречье Кюракчая. Фонд «Азгеолуправления», 1942.
37. Bateman A. — Ore Deposits of the Rio-Tinto (Huelva) District. «Spain. Econ. Geol.», Vol. 22, № 6, 1927.
38. Collins W. H. и Maicom W. — «Canada». Les reserves mondiales en pyrites, XVI Congr. Geol. international, 1927.
39. Finlayson A. M. — The pyritic Deposits of Huelva. «Spain. Econ. Geol.», Vol. 5, № 4—5, 1910.
40. Takeo Kato — The problem of the cupriferous pyritic deposits. «Economic Geol.» № 1, Vol. 20, 1925.

Г. Х. ЭФЕНДИЕВ

## МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЙ ОЧЕРК СЕРНОКОЛЧЕДАННОЙ ФОРМАЦИИ СЕВЕРО- ВОСТОЧНЫХ СКЛОНОВ МАЛОГО КАВКАЗА

### ВВЕДЕНИЕ

В гипогенном комплексе рудной провинции северо-восточных склонов Малого Кавказа, наряду с скарнево-рудной, сульфоарсенидной, полиметаллической и баритовой, большое развитие получила серноколчеданная рудная формация.

Основные месторождения и многочисленные проявления серноколчеданных руд сосредоточены на северных склонах Мровдагского хребта и его отрогов. Однако крупные скопления серноколчеданных руд встречаются и во многих других местах названной провинции. Следующие признаки позволяют объединить все эти месторождения и проявления в одну единую рудную формацию:

1. Общность в минералого-геохимическом облике, выражающаяся, главным образом, в аналогичном и в большинстве случаев почти мономинерально-пиритовом составе руд<sup>1</sup>.

2. Вполне определенное геологическое положение, заключающееся в приуроченности почти всех месторождений и проявлений серного колчедана (за редким исключением) к верхней части толщи кварцевых порфиров.

3. Гидротермально-метасоматический характер оруденения.

4. Все месторождения и проявления серноколчеданных руд рассматриваемой формации являются продуктом одного металлогенического эпизода, связанного, как это вытекает из генетических представлений М.-А. Кашкай [14], с экструзией кварцпорфировой магмы.

Генетическая общность рассматриваемых в настоящей работе месторождений и проявлений нашла свое отражение и в минералого-геохимическом облике.

Настоящий минералого-геохимический очерк серноколчеданной формации дается на основании наблюдений, произведенных при неоднократном посещении месторождений и проявлений серного колчедана, и минералогической и геохимической обработки большого каменного материала, собранного автором в течение последних лет. Автор при составлении очерка использовал также опубликованный и рукописный материал, который касается лишь основных серноколчеданных месторождений Азербайджанской ССР.

Минералогия и геохимия Кедабекского месторождения, относимого нами к этой же формации, рассматриваются в другой работе, подготовляемой автором к печати.

<sup>1</sup> Автор склонен считать серноколчеданного типа оруденения северо-восточных склонов Малого Кавказа продуктом трех циклов минерализации. Рассматриваемые в настоящей работе месторождения и проявления относятся, в основном, к циклу, дающему скопления руд промышленного значения.

Минералогическое описание дается на основании изучения многочисленных полированных шлифов, штучных образцов и непосредственного исследования забоев на месте.

Много времени и труда затрачено на подготовку и анализы мономинеральных проб. Спектральные анализы производились в ИГН АН СССР А. С. Дудыкиной.

Вопросы геологического строения, тектоники и петрографии рудовмещающих пород районов развития серноколчеданного оруденения детально рассматриваются в настоящем сборнике в работах Ш. А. Азизбекова (Чирагидзорское месторождение) и М.-А. Кашкай (Тоганалинское месторождение), а также в ранее опубликованных или вошедших в геологический фонд работ К. Н. Паффенгольца [20, 21], А. М. Ракитина [22], Е. Г. Багратуни и М. П. Русакова [6], К. И. Филиппова, В. В. Герасимовой, Л. Г. Сурикова и Е. К. Столяровой [31], Ш. А. Азизбекова и Н. В. Пашалы [4], А. Ш. Шихалибейли и Р. Н. Абдуллаева [35] и др. Поэтому в настоящем «Очерке» геолого-тектонические и петрографические вопросы почти не затрагиваются. Отметим лишь, что вопрос о роли дизъюнктивных нарушений в локализации оруденения, особенно штокового типа концентраций руды, не может считаться окончательно решенным. Предложенные отдельными авторами схемы возрастных соотношений различных систем разломов, особенно мнения о роли их в формировании месторождений, противоречивы и исходят из генетических представлений, основанных на связи оруденения с гранодиоритовой интрузией. В связи с тем, что рассматриваемая формация генетически связывается с экструзией кварцпорфиров, для объяснения локализации оруденения большое значение приобретает вопрос о собственной тектонике кварцпорфировой толщи. К сожалению, до сих пор этому вопросу не было уделено должного внимания, несмотря на то, что он имеет существенное значение не только для обоснования новой генетической концепции, но и для разрешения вопроса поисков новых месторождений и правильной организации разведочных работ.

## УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ И ФОРМА РУДНЫХ ТЕЛ

Все более или менее интенсивные рудопроявления серного колчедана приурочены к зоне контактов кварцпорфиров с покрывающей толщиной среднеюрских порфиритов. Ясную картину локализации оруденения в верхней части толщи измененных кварцевых порфиров дают вскрытие горными выработками и разведочными скважинами Чирагидзорское и Тоганалинское месторождения. В Чирагидзорском месторождении руда в виде довольно крупных штоков неправильной формы залегает в теле сильно разбитого, местами нацело окварцованного и метасоматизированного кварцевого порфира. В пределах месторождения известны 5 рудных штоков: «Старый», «Малый» и «Четвертый» штоки (практически выработанные), разрабатываемый ныне «Новый» шток и еще недоразведанный «Пятый» шток. В настоящее время разведуются вновь выявленный «Шестой» шток.

В Чирагидзорском месторождении штоки представляют собой крупные рудные тела, в большинстве случаев удлиненные в вертикальном направлении. Максимальные их размеры достигают по вертикали 120, а по горизонтали—30—100 м. Штоки характеризуются раздувами и пережимами и имеют лепешкообразную, подковообразную или овальную форму.

Следует отметить, что в отдельных случаях штоком называют совокупность изолированных друг от друга, но собранных в небольшом пространстве рудных гнезд, как, например, «Четвертый» шток.

Кроме этой основной формы залежей имеются карманы, линзы, отдельные маломощные жилы и вкрапления. Преобладающая форма рудных тел указывает на заполнение полостей и трещин в кварцевых порфирах в контакте их с покрывающей толщей порфиритов. Но в целом наиболее развито вкрапленное оруденение. Во многих участках количество и размеры вкрапленников пирита постепенно уменьшаются от линий нарушения к рудовмещающей породе. Во всех случаях сильно пиритизированными оказываются рудовмещающие кварцевые порфиры. Признаки слабой пиритизации в виде вкраплений или заполнения тонких трещин наблюдаются и в покровных породах. Но такое «оруденение» захватывает только очень небольшое пространство. По своей интенсивности оно резко уступает даже беднооруденелым кварцпорфирам и, повидимому, не выходит за рамки акцессорной пиритизированности порфиритов, столь характерной для них.

### ТЕКСТУРЫ РУДЫ

Серноколчеданные руды характеризуются разнообразием текстурных рисунков, особенно в наиболее интенсивно минерализованных участках. Это разнообразие является результатом геолого-генетических условий отложения руд. Основными факторами, обуславливающими появление различных текстур, явились, прежде всего, безусловно коллоидная природа рудных растворов, метасоматический тип минерализации, характер среды и поздние тектонические напряжения. Эти главные факторы формирования текстур сыграли неодинаковую роль. Как будет видно ниже, в той или другой текстурной разности запечатлена преобладающая роль одного из перечисленных факторов. Наиболее полная картина текстурных разностей серноколчеданных руд наблюдается в Чирагидзорском месторождении, в котором руды представлены следующими текстурными разностями:

1. Массивная текстура характерна для мономинеральных агрегатов, состоящих почти исключительно из пирита, который представлен большей частью зернами изометрической формы. Размеры зерен — от 0,02 до 0,5 мм.

2. Губчатая текстура, наряду с массивной, характеризует текстуру мономинеральных руд. Она отличается наличием в штуде многочисленных пор различной величины — от крупных до микроскопических. Нередко на стенках пустот наблюдаются друзовые образования мелких кристаллов пирита. Но, как правило, центры пустот остаются незаполненными. Нередко поры заполняются поздними образованиями — иногда кварцем и редко — флюоритом. Образование губчатой текстуры, объясняется, повидимому, сокращением объемов в процессе раскристаллизации из флюида коллоидной природы, при которой в образовавшихся свободных пространствах росли кристаллы.

Губчатая текстура сложена также из мелких зерен, имеющих в большинстве случаев изометрическую форму.

Губчатые руды, наряду с массивными, составляют главную массу руд Чирагидзорского месторождения.

3. Наличие пустот в рудной массе и во вмещающих породах обусловили появление друзовой текстуры. Друзы эти представлены прекрасно образованными кристаллами пентагон-додекаэдрического облика — от весьма мелких до 8 см в поперечнике (рис. 1).

4. Брекчиевидная текстура получилась в результате проникновения рудного раствора в массу угловатых обломков вторичного кварцита. Следует отметить, что иногда брекчиевидная текстура образована зернами пирита, сцементированными поздним кварцем; как в

первом (цемент—руда), так и во втором случае (цемент—кварц) количественное соотношение рудного и нерудного минералов варьирует в широких пределах.

5. Вкрапленная текстура представляет большое разнообразие в зависимости от величины зерен и их густоты, а также от характера распределения зерен.

Иногда рудная масса, пронизывающая тончайшие трещинки в оруденелом кварците, образует:

6. Петельчатую текстуру и

7. Рыхло-зернистую текстуру. Руды данной текстуры именуются на руднике «сыпучкой». Они представляют собой легко рассыпающуюся массу. Образование подобной текстуры объясняется превращением серицит-хлоритовой массы, содержащей вкрапленники пирита, в глинистые новообразования, что привело к разрыхлению массы. Эта разновидность «сыпучки» характерна для глинистой «рубашки» рудных штоков. Другая разновидность «сыпучки» состоящая почти исключительно из зерен рудного минерала, образовалась, повидимому, за счет губчатой и отчасти, может быть, массивной текстуры руд при пострудных тектонических деформациях (разломах и сдвигах). В самих рудных штоках наблюдаются ясные следы пострудных тектонических изменений.

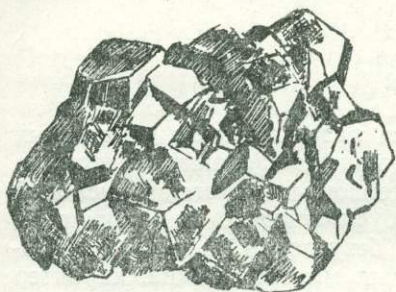


Рис. 1. Друзы кристаллов пирита из Чирагидзорского месторождения (натур. величина)

Если взять только штоки и отчасти гнезда, сосредоточившие в себе главную массу промышленной руды и являющиеся характерными формами залегания руды в Чирагидзорском месторождении, то, несколько схематизируя, мы можем наметить следующий порядок в распределении описанных текстур: руды центрального участка штоков имеют массивную и губчатую текстуру, которая в периферических частях сменяется рыхло-зернистой, почти мономинеральной рудой, переходящей далее к зальбандам в рыхлую массу с глиной. Промышленная руда, постепенно разубоживаясь, переходит во вмещающую породу; в последней руда образует вкрапленные и петельчатые структуры. Этот оруденелый кварцит по мере удаления от штоков и гнезд постепенно переходит в обычный кварцит и далее в каолинизированный и хлоритизированный кварцевый порфир, в котором пирит встречается в рассеянном состоянии, как аксессуарный минерал.

В заключение отметим, что главная масса руды представлена текстурами 1, 2, 5 и 7-го типов, причем 5-й тип текстуры, как наиболее распространенный и общий для всей рудной формации, характеризует бедные руды.

Одновременно следует указать на то, что для руд отдельных штоков намечаются характерные преобладающие типы текстур. Так, например, «Пятый» шток характеризуется в основном вкрапленной текстурой руд. Для «Четвертого» штока характерна рыхло-зернистая текстура, руды «Старого», «Нового» и отчасти «Малого» штоков в преобладающей своей части имеют массивную и губчатую текстуру. Руды друзовой текстуры встречаются почти во всех горизонтах и штоках.

Дополнительные сведения о текстуре руд даются при описании отдельных месторождений и рудопроявлений.

Ниже приводится краткое описание двух наиболее типичных месторождений и ряда проявлений колчеданного оруденения.

Содержание этого раздела иллюстрирует общность как геологической обстановки серноколчеданной минерализации, так и минералогеохимического облика всей формации. Это описание одновременно преследует цель привлечь внимание к тем объектам, которые заслуживают дальнейшего изучения.

При описании мы подробнее останавливаемся только на Чирагидзорском и Тоганалинском месторождениях, как наиболее изученных. Об остальных месторождениях и проявлениях можно говорить в пределах того ограниченного материала, который получен при беглых поисковых работах и наблюдениях, а также в результате обработки каменного материала, собранного в обнаженных участках.

### ЧИРАГИДЗОРСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

В настоящее время наиболее хорошо изученным месторождением рассматриваемой рудной формации является Чирагидзорское месторождение, известное с 1900 г.

Геологическое изучение месторождения началось вслед за его разработкой с 1910 г. В наиболее ранних работах первых исследователей этого месторождения [15, 28] были намечены геологическое положение и форма рудных тел, отмечались главные минералы месторождения, характер окolorудных изменений и некоторые моменты генезиса месторождения. В последующих, главным образом, обзорного характера работах и сводках Я. В. Самойлова [23], Меллер и Денисова [17], А. Уклонского [27] и С. Ф. Малявкина имеются те или другие сведения о Чирагидзорском месторождении. Однако в геолого-рудной части они не выходят за рамки работ первых исследователей.

Интерес к Чирагидзорскому месторождению особенно усилился в годы восстановления и резкого подъема нефтяной промышленности — основного потребителя серной кислоты в республике. К этому периоду относятся работы К. Н. Паффенгольца (1923—1928 гг.), осветившего в ряде своих трудов геологическое строение и тектонику всего Ганджинского района [21] и особенно детально — районов наиболее крупных рудных месторождений, в том числе и Чирагидзорского серноколчеданного месторождения [20]. В посвященной этому месторождению специальной работе [20] освещены геологическое строение, тектоника района, дано описание подземных выработок рудника, в кратких чертах расшифрован генезис месторождения, высказаны соображения о перспективах и о дальнейшей его разведке. В этой работе приведены сведения о результатах минераграфического исследования образцов руд. Следует отметить, что некоторые геолого-тектонические, в особенности генетические вопросы, рассматриваемые в работе К. Н. Паффенгольца, в настоящее время получили иное освещение.

В дальнейшем месторождение периодически изучалось геолого-разведочными партиями, в отчетах которых имеется ценный материал, значительно уточняющий геологическое строение, тектонику, форму рудных тел, отчасти — минералогию и генезис месторождения. Наиболее интересными из них, особенно с точки зрения темы нашей работы, являются отчеты А. М. Ракитина [22], К. И. Филиппова [31], а также А. Ш. Сихалибейли и Р. Н. Абдуллаева [35].

Наиболее полное геологическое изучение района месторождения проведено Ш. А. Азизбековым и Н. В. Пашалы.

Необходимо указать также на работу Е. Г. Багратуни [5], в которой Чирагидзорское месторождение оценивается как наиболее перспективное в Закавказье. Автором подробно рассматривается дизъюнктивная тектоника месторождения.

Чирагидзорское месторождение расположено в ущелье Чирагидзор, находящемся на юго-восточном склоне горы Пант и спускающемся к р. Кюракчай. В геологическом строении района принимают участие вулканогенные, вулканогенно-осадочные и осадочные породы от юры до сеномана. На участке самого месторождения развитие получили, главным образом, кварцевые порфиры, обнажающиеся вдоль зон нарушений и по ущельям, радиально расходящимся от вершины горы Пант, и в подземных выработках. На кварцевые порфиры несогласно налегает мощная толща (300—640 м) порфиритов, туфов и туфогенных пород среднеюрского возраста. Туронские отложения, представленные песчаниками и известняками и трансгрессивно перекрывающие среднеюрскую вулканогенную толщу, равно как и несогласно перекрывающие их сеноманские отложения, встречаются за пределами месторождения—к северу от горы Пант. Геологическое положение рудных тел контролируется верхней частью кварцевых порфиров.

Чирагидзорское месторождение отличается от других представителей данной формации не только формой рудных тел, но и максимальным числом встречаемых в них минералов, в том числе сравнительно большим количеством супергенных минералов.

Таблица 1

Минералы	Типичные	Спорадически встречающиеся
Главные (не менее 10% по весу в общем валовом составе руд)	Пирит Кварц	
Второстепенные (более 1 %)	Каолин Серицит Хлоит	Лимонит Гипс Мелантерит Пирофиллит
Примеси (меньше 1 %)	Халькопирит Тетраэдрит Борнит	Золото (?) Серебро (?) Медь Сфалерит Галенит Пирротин Халькозин Ковеллин Куприт Опал Флюорит Кальцит Азурит Малахит Барит Алунит Кокимбит Фиброфферит Ярозит Зуниит Топаз

В таблице 1 приведен минералогический состав руд Чирагидзорского месторождения с учетом степени развития минералов.

## ТОГНАЛИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Тогналинское месторождение бегло затрагивалось в ряде работ и отчетов, посвященных Чирагидзорскому месторождению. Детальное геолого-петрографическое изучение его проведено М.-А. Кашкай, в работе которого обобщены также данные геологоразведочных работ, произведенных за последние годы.

Тогналинское месторождение, расположенное в 3 км к юго-западу от Чирагидзорского месторождения и разведанное горными выработками и буровыми скважинами, представлено двумя изолированными рудными участками (восточный и западный—в 250 м один от другого).

По геологическому строению район месторождения ничем не отличается от других участков пиритового оруденения. Район сложен эффузивным комплексом юры. Низы разреза, как и везде, сложены кварцевыми порфирами.

Ни одной буровой скважиной подошва этих пород не достигнута. Породы эти обнажаются лишь в наиболее пониженных участках рельефа—по ущелью Тоганалысу и балке Камышлыдере, где видимая мощность толщи достигает 75 м. В кровле толщи (как в обнажениях, так и в разрезах буровых скважин) обнаруживаются слои брекчиированных разностей — туфы и туфоконгломераты тех же пород. На толщу кварцевых порфиров несогласно налегают так называемые покровные породы, состоящие из порфиритов, туфов и туфопесчаников; мощность последних колеблется от 4 до 74 м, увеличиваясь с юга на север.

Как в самом месторождении, так и на непосредственно примыкающих к нему участках встречаются дайки плагиоклазовых и диабазовых порфиритов. Дайки прорезают всю юрскую вулканогенную толщу, являясь, таким образом, наиболее молодыми породами района.

Одним из важных тектонических элементов участка является ясно выраженный сброс северо-восточного направления в балке Камышлыдере, охвативший как толщу кварцевых порфиров, так и порфиритовый комплекс юры. Вообще характерной чертой участка месторождения является его разбитость линиями разломов, наблюдаемых как на поверхности, так и в подземных выработках. По утверждению геологов, преобладающее место занимают линии северо-восточного направления, местами пересекающиеся с северо-западными. Так, например, пересечение указанных двух зон разломов наблюдается в двух местах на поверхности на левом склоне речки Тоганалысу.

Оруденелые участки зажаты между линиями разломов северо-восточного простирания. Оба оруденелых участка залегают в кварцевых порфирах, сильно метаморфизованных.

Наблюдается тесная связь между степенью метасоматического изменения пород и интенсивностью оруденения. Сильная каолинизация, отчасти хлоритизация и серицитизация наблюдаются в сравнительно интенсивно оруденелых участках. В этих же участках окварцевание кварцевых порфиров достигло местами полного превращения их в кварциты (по данным скв. № 10, 19). Наибольший метаморфизм характерен для верхней, интенсивно пиритизированной части толщи кварцевых порфиров. По данным буровых скважин, изменение вмещающих пород с глубиной ослабевает параллельно разубоживанию оруденения. За контурами рудного тела, в глубине, указанные породы почти не изменились, если не считать очень слабо выраженной каолинизации фенокристаллов полевых шпатов по краям. Причины, вызвавшие метаморфизм боковых пород, разбираются нами в соответствующем разделе данной работы. В отношении Тогналинского месторождения следует лишь добавить, что картина хлоритизации и серицитизации здесь весьма аналогична тому, что имеется в беднооруденелых участках Чирагидзорского

месторождения. Оруденение крайне неравномерно в пределах рудоносной части кварцевых порфиров. Оно носит наиболее интенсивный характер в зоне контакта указанной толщи с покровными породами. От этого контакта вглубь, не обнаруживая строгой закономерности, интенсивность оруденения ослабевает. Но следует учесть, что это явление отражает лишь общую тенденцию в характере изменения оруденения с глубиной. На этом фоне мы имеем ряд случаев чередования богато- и беднооруденелых маломощных горизонтальных зон. Эта картина осложняется (в пределах небольших площадей) сочетанием разнообразных текстурных форм руды, чем обуславливается появление небольших участков со сравнительно богатым оруденением на фоне более слабого (скв. № 60, 4 и др.).

В неравномерном распределении оруденения определенную роль сыграла степень раздробленности и пористость кварцевых порфиров. Почти во всех пробуренных точках вскрыты брекчиированные разности и туфы кварцевых порфиров. Мощность брекчиированной толщи местами доходит до 6 м (скв. № 5). Наиболее богатое оруденение приурочено как к этой зоне, так и к верхней части непосредственно сменяющей ее толщи кварцевых порфиров. Местами сравнительно маломощные слои подошвы покрова слабо пиритизированы, но, несмотря на это, пространственное положение кровли рудной залежи четко определяется поверхностью контакта покровных и кварцево-порфировых толщ. Но нижние, отчасти и боковые контуры имеют размазанный характер. С глубиной и по бокам вкрапления пирита становятся реже, вплоть до весьма рассеянной и тончайшей рудной пыли, что затушевывает границу оруденелого кварцпорфира.

Тоганалинское месторождение характеризуется в основном вкрапленным типом руд. По существу эти руды представляют собой в той или другой степени метаморфизованный оруденелый кварцевый порфир. В зависимости от густоты вкраплений наблюдаются всевозможные вариации—от макроскопически сплошной руды до редкой точечной вкрапленности. Вкрапленники представлены крупными как идиоморфными, так и неправильными зернами пирита. Кроме того, рудный минерал, заполняя сеть ветвящихся трещинок в породе, образует руду с текстурой разлома; мощность этих прожилок обычно не более 1—4 см. В силу метасоматического замещения кварцевых порфиров этот тип руды местами переходит в петельчатую, а при более значительном замещении—в брекчиевидную текстуру. Какой-либо закономерности в пространственном расположении руд с различными текстурами не наблюдается, если не принимать во внимание преобладающего значения вкрапленной текстуры для руд верхних горизонтов. Почти в каждом участке рудного тела можно встретить все текстурные рисунки. Нередко руда образует мелкие линзочки — 15 × 7 см. Количественное соотношение между породой и рудой (пиритом) варьирует в широких пределах. Наибольшая часть общего объема руды почти целиком состоит из пирита, полностью замещающего породу с утратой брекчиевидной текстуры. Возможно, этот тип образовался за счет заполнения трещинных полостей. Среди руд брекчиевидной текстуры по возрастному соотношению руды и цемента можно выделить два типа. В первом рудный минерал цементирует обломки вмещающей породы, главным образом кварца. Во втором типе мы имеем обратное соотношение—зерна или скопление зерен пирита сцементированы кварцем, отлагавшимся в поздних стадиях рудообразования. Особый тип брекчиевидной текстуры руд представлен образованиями, в которых раньше выделенные кристаллы пирита цементируются или колломорфным пиритом или же пирит-кварцевой массой поздней фазы.

По минералогическому составу руд Тоганалинское месторождение в основном аналогично Чирагидзорскому, с той лишь разницей, что количественное развитие гипогенных минералов выражено здесь намного слабее, чем в Чирагидзорском месторождении. По этой причине, повидимому, некоторые минералы-примеси, встречаемые в Чирагидзорском месторождении, выпадают из списка для рассматриваемого месторождения. К тому же отметим, что зона окисления в Тоганалинском месторождении не получила сколько-нибудь заметного развития из-за мощного покрова порфириров, если не считать местами наблюдаемого на поверхности ожелезнения пиритизированных пород.

Таблица 2

Минералы	Типичные	Спорадически встречающиеся
Главные (не менее 10 % по весу в общем валовом составе руд)	Пирит Кварц	
Второстепенные (более 1 %)	Каолин Хлорит Серицит	
Минералы-примеси (меньше 1 %)	Халькопирит Тетраэдрит Борнит	Сфалерит Барит Малахит Азурит Кальцит Гематит Магнетит

В таблице 2 приведен минералогический состав руд Тоганалинского месторождения.

Длительность рудоотложения и перерывы в нем видны хотя бы из описанных выше серий рудных текстур. Как вытекает из анализа брекчиевидных текстур, главные минералы месторождения—пирит и кварц—выделились, по крайней мере, в двух этапах рудообразования, в результате чего мы имеем две генерации этих минералов. Пирит и кварц второй генерации образовались, повидимому, после того, как участок подвергался растягивающим тектоническим усилиям, способствовавшим раздроблению руды. Об этом свидетельствует цементированность зерен первой генерации пирита и кварца колломорфной или мелкозернистой структуры пиритом или кварцем второй генерации. Халькопирит следовал за второй генерацией пирита, что видно из пересечения им зерен пирита обеих генераций. В отдельных образцах он проникает в пирит тонкими разветвленными жилками, иногда образуя текстуры разлома. Кроме того, халькопирит в виде зерен неправильной формы собирается вокруг кварца и пирита, явно корродируя последний минерал. Редкие выделения борнита часто связаны с халькопиритом. Иногда встречаются обособленные зерна неправильной формы, размером не более 0,02 мм. Это характерно, и для более редкого в данном месторождении тетраэдрита. Сфалерит встречается в единичных шлифах в виде мелких неправильных зерен. Он тесно связан с пиритом второй генерации. Галенит в виде мелких (0,5—1,5 мм), кубического облика кристаллов отмечен совместно с баритом. Последний спорадически, но в макроскопически легко заметных количествах заполняет трещины и полости.

Бахшидзорский участок проявления пиритовых руд находится в 2 км к северу от Чирагидзорского месторождения. Пиритизированные мелкорассеянными зернами кварцевые порфиры выступают вдоль русла ручья Бахшидзор, где, благодаря крупному разлому северо-восточного направления, они пришли в тектонический контакт с покрывающей их толщей порфиритов. Вдоль этого разлома наблюдается пиритизированность кварцевых порфиров при одновременном их метаморфизме — окварцевание, каолинизация, хлоритизация. Местами наблюдается полное превращение кварцевых порфиров в кварциты. Вообще метаморфизм вмещающих пород в оруденелой толще выражен в различной степени. Руда носит рассеянно вкрапленный характер. Рудный минерал представлен пиритом, разбросанным в массе породы в виде кристаллов кубической формы. Иногда встречаются октаэдрические и редко — пентагон-додэкаэдрические кристаллы. В большинстве случаев неправильной формы мелкие отдельные или сгруппированные зерна пирита заполняют промежутки и мелкие пустоты во вмещающей породе. Редко встречаются единичные мелкие зерна халькопирита. Местами в оруденелой толще имеются сильно заохренные участки, образовавшиеся в результате окисления пирита. Гидроокислы железа осаждаются из воды ручейка, размывающей оруденелый кварцит. Таким образом, на этом участке, как и на всех описанных выше, проявляются, правда, в менее яркой форме, все основные особенности серноколчеданной рудной формации. Анализы 15 средних проб (произведены в лаборатории автора) показали от 19 до 33% пирита в породе ( $S = 5-9\%$ ); меди в большинстве проб не обнаружено, а в некоторых найдено не более 0,02%. В сборной пробе, обогащенной промывкой, отмечены ничтожные следы цинка и свинца.

Гекгельский участок проявления пиритового оруденения. Пиритовые оруденения в окрестностях Гекгеля обнажаются на дневной поверхности по ущельям Кокордзор, Кагеердзор и Сарылент. Первое из них находится на левом, а последние — на правом берегу озера. Кварцевые порфиры, выступающие здесь в наиболее пониженных участках рельефа, в различной степени оруденены пиритом. Для участков Кокордзор и Кагеердзор зона пиритизации имеет северо-западное (почти меридиональное) направление. Еще больше приближается к меридиональному направлению минерализованная зона раздробления участка Сарылент. Проходя южнее разломов, контролирующих минерализацию первых двух участков, она идет на сопряжение с последним. Вдоль названных ущелий площади минерализации и метаморфизма определяются тесно примыкающими к зонам разломов обнаженными участками кварцевых порфиров. Минерализованные площади для участка Кокордзор составляют  $1000 \times 15$  м, для Кагеердзора — несколько больше —  $1000 \times 200$  м, а для участка Сарылент —  $500 \times 120$  м. Во всех участках оруденение носит исключительно вкрапленный характер. Наблюдается или равномерное распределение зерен рудного минерала (Сарылент) или же его неравномерное рассеянное вкрапление. На основании анализа средних проб, взятых из поисковых горных выработок и из обнаженных участков, содержание пирита в рудной массе определяется следующими цифрами:

для участка	Кокордзор	(13 проб) — 11,25—22,5%	
»	»	Кагеердзор	(60 проб) — 18,75—45,0%
»	»	Сарылент	(8 проб) — 7,5—22,5%

В тех же пробах для всех трех участков содержание меди колеблется от 0,001 до 0,67%.

Медь в количестве более 0,1% обнаруживается лишь в единичных пробах. Большинство проб (93%) содержит ее в количестве менее 0,01%. Цинк в виде следов найден в наиболее богатых пиритом пробах.

Присутствие меди обусловлено халькопиритом, обнаруживаемым микроскопически, хотя и макроскопически видны единичные зерна этого минерала. Свинец в сборных пробах отдельных участков не обнаружен. Наряду с силицификацией и каолинизацией вмещающие породы сильно обогатились за счет окисления пирита; отчасти по этой же причине обогащенные участки оруденелой породы разубожены пиритом. Фактически в этих участках мы имеем остатки оруденения; надо полагать, что наиболее богатые верхние горизонты размыты и окислены.

Караултепинский участок расположен на левом берегу р. Сарысу (в 3 км к юго-западу от сел. Сарысу). Он сложен сильно метаморфизованными кварцпорофами, которые в своей верхней части полностью превращены в кварциты. Нижние горизонты сравнительно менее окварцованы, но зато охвачены интенсивной каолинизацией. Оруденелыми являются более каолинизированные разности пород. Вкрапленного характера оруденение приурочено к тектоническому разлому северо-западного направления. Благодаря этому разлому верхняя туфогенная толща (байос—бат) пришла в контакт с кварцпорофовой толщей. На юго-восточном краю последней толщи—на линии разлома выступают два изолированных друг от друга выхода гранодиоритов. Руда представлена пиритом с редчайшими, отмечаемыми под лупой, зернами халькопирита. Отношение руды к породе 1 : 5, т. е. пирита не более 20%.

Товладаринский участок находится в бассейне р. Карачай (Шаумяновский район), в ущелье впадающего справа в указанную реку ручейка Товладара. Пиритовое проявление здесь приурочено к крупной, северо-западного направления, зоне разлома. Обогащающиеся по этой зоне кварцпорофовые породы на протяжении 2,5 км при ширине 350 м метаморфизованы и оруденены пиритом. Как и во многих других местах, между степенью метаморфизма (окварцевание и каолинизация) и интенсивностью оруденения наблюдается прямая зависимость. Руды представлены как мелкорассеянными вкрапленными, так и местами брекчиевидными текстурами. Последний тип образует сравнительно богато оруденелые участки. Кроме того, встречаются руды с текстурой пересечения. Мощность прожилков в последнем случае не превышает 8 мм. Согласно данным анализа 15 проб, отношение руды к породе в различных структурных типах колеблется от 1 : 3 до 1 : 5, что соответствует 18,7—24,3% пирита. Пирит представлен отдельными идиоморфными кубическими кристаллами и неправильной формы зернами. В прожилках его сопровождает халькопирит в виде разъедающих пирит зерен неправильной формы. Редко встречается борнит совместно с халькопиритом.

Яншахский участок находится в 2 км к северо-западу от одноименного селения, в овраге ручейка, впадающего с левой стороны в р. Карачай. Минерализованная зона представляет собой тектонический разлом, проходящий в северо-восточном направлении. Новообразование здесь представлены не только сульфидным оруденением, но и дайкой диабазового порфирита, жилой барита и кальцита. Участок разбит сбросами, которыми обусловлен разрыв сплошности названной дайки. К зальбанду последней приурочена баритовая жила, мощностью 20 см.

В отличие от других участков, здесь оруденелой оказалась среднеюрская вулканогенная толща, сложенная порфиритами, туфобрекчиями и туфоконгломератами. Видимая площадь оруденения — примерно 3,5×500 м. На поверхности значительная часть площади покрыта гидроокислами железа — продуктами окисления пирита. По всей площади, особенно на участках интенсивных окислительных процессов, породы сильно изменены и разрушены. В трещинах и порах обнаруживаются налеты ярозита. Руда представлена здесь интенсивно вкрапленным пиритом,

содержание которого колеблется от 22,5 до 35% (соотношение пирита и руды — 1 : 4—1 : 7). Зерна пирита раздроблены и редко проявляются в виде правильной формы кристаллов.

Гюлистанский (Кызыл-Архачский) участок находится в бассейне р. Ахсу (правый приток р. Инчачай), в 3—4 км от сел. Гюлистан (Шаумяновский район).

В районе колчеданного оруденения на большой площади выступает гранодиоритовая интрузия. Вдоль ущелья Ахсу протягивается разлом северо-восточного направления.

Указанный разлом пересекается пятью мелкими разломами северо-западного направления. Рудопроявление, приуроченное к площади 4×1 км вдоль оврага, со сравнительно большой интенсивностью проявляется на стыках указанных двух систем разломов. Рудовмещающими породами здесь оказались плагиоклазовые порфириты, которые в оруденелой толще окварцованы и каолинизированы. Мелковкрапленная текстура руд здесь дополняется текстурами пересечения благодаря густой сети прожилок пирита. В отличие от других участков, пирит здесь сопровождается более значительным количеством халькопирита. Это видно из содержания меди в средних пробах от 0,03 до 0,74%, при содержании серы от 3 до 7%. Две пробы с максимальным содержанием серы были анализированы на цинк и свинец. Цинка в обоих пробах оказалось 0,01%, свинец отсутствовал. В двух аншлифах, кроме основного рудного минерала — пирита определен халькопирит в виде обособленных и развешающихся пирит заливообразных включений. В одном шлифе обнаружено мелкое зерно борнита в халькопирите.

В трещинах пиритизированной породы спорадически встречаются налеты малахита и азурита, ярозита и гидроокислов железа. Метаморфизм вмещающих пород выражен каолинизацией и окварцеванием.

Ряд проявлений пиритового оруденения давно известен в ущельях ручьев, стекающих с хребта Пант. Одно из этих проявлений (участок Бахшидзор) было описано выше. На других участках Чирагидзорской группы проявлений пиритового оруденения новых горно-разведочных работ не производилось. Поэтому ниже они описываются только по скудным данным поверхностных наблюдений.

Рудопроявление Арвадзор связано с ущельем одноименного ручейка, протекающего в кварцевых порфирах. Слабо вкрапленный тип пиритизации пород наблюдается здесь по двум правым ветвям ручейка. Оруденение приурочено к разлому северо-восточного направления, которое, разветвляясь тремя линиями, протягивается на юг. С одной из этих линий, наиболее протяженной, связаны описанные выше рудные участки Бахшидзор и Гекгель. К этой же линии близко примыкает и Тога-налинское месторождение. С другой линией, идущей на юго-запад (северо-восточное направление), связано Чирагидзорское месторождение.

Как было отмечено выше, руда представлена здесь вкрапленным типом. Вмещающие породы затронуты сравнительно слабым метаморфизмом, выразившимся в каолинизации и в меньшей степени — в окварцевании.

Шорджурское рудопроявление также относится к Чирагидзорской группе. Оно находится в ущелье ручейка Шорджур, впадающего в западной части водораздела Пант в бассейн р. Ганджачай. Этот рудный участок ближе примыкает к Мурутской интрузии гранодиоритов. Здесь обнаженные кварцевые порфиры занимают значительное пространство, с чем и связано пиритовое оруденение. Здесь, как и во всех остальных естественно обнаженных участках, мы имеем в общем рассеянный,

но, в отличие от ряда других участков, равномерно вкрапленный тип оруденения. Вмещающие породы обнаруживают типичные черты метаморфизма, характерного для всех минерализованных зон дробления рудного поля. Однако каолинизация выражена здесь в более резкой форме, местами с образованием почти мономинеральных каолинитовых скоплений. Повидимому, первичная каолинизация здесь, как и во многих других местах (см. раздел «Околорудные изменения»), углублена супергенной каолинизацией, происшедшей под действием сернокислых растворов (окисление пирита) на алюмосиликаты вмещающих пород. Минеральный состав рудной массы довольно однообразен — пирит с редчайшими мелкими зернышками халькопирита.

Следующие три участка проявления колчеданного оруденения находятся в ущельях ручейка, спускающегося с хребта Пантдаг в бассейн р. Ганджачай.

Меддукджурское рудопроявление связано со сплошными обнажениями кварцевых порфиров и приурочено только к наиболее высоким горизонтам толщи этих пород в ущелье ручейка Меддукджур. Вкрапленность пирита лишь местами наблюдается в пределах верхней части толщи. На глубине примерно 25—30 м от контакта покровных пород с кварцпорфирами признаков оруденения почти нет. Как верхняя часть с вкрапленным пиритом, так и ее нижние горизонты сильно метаморфизованы с образованием кварцитов. В прошлом данный участок разведывался штольнями. В отвалах штолен руда представляет собой местами очень густо вкрапленный пирит.

Хинзинакиджурское проявление пиритового оруденения также связано с кварцевыми порфирами, которые на всей площади их обнажения носят признаки оруденения в виде сравнительно редкой вкрапленности пирита. Метаморфизм пород выражен в слабой каолинизации и окварцевании.

### ГОТУЛЬСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ПИРИТА

Пиритовое оруденение в районе сел. Готуль обнажается в овраге, проходящем к северо-востоку от селения. Оруденение связано с Ангшанурской зоной разлома. Рудовмещающая порода представлена каолиновыми кварцитами (метаморфизованными кварцевыми порфирами). Видимая мощность оруденелого кварцита—в среднем около 2 м. Зона оруденения прослеживается более чем на 220 м. Минералогический состав весьма прост. Новообразования представлены пиритом и в крайне подчиненном количестве—халькопиритом.

Пирит представлен мелкозернистым агрегатом в виде отдельных жилок, пронизывающих вмещающую породу, отдельными кристаллами (до 4 мм) или сростками кристаллов. Текстура руд почти исключительно вкрапленная. Редко встречаются участки с текстурой пересечения. Вкрапления пирита неравномерны—от густых до редких. Халькопирит тонкими и короткими прожилками пронизывает массу кварца или мелкими зернами группируется вокруг сростков пирита, ксеноморфно располагаясь внутри них. В двух штуфных образцах из Готульского месторождения найдена сера в количестве 21,5 и 22,4% и медь—0,13 и 0,18%.

А. А. Флоренский и Г. П. Барсанов [32] отмечают отсутствие кобальта в готульских рудах. Данное месторождение будет заслуживать внимание, если вопрос об использовании бедных пиритовых руд найдет свое окончательное положительное решение.

## РУДОПРОЯВЛЕНИЕ В РАЙОНЕ г. ЧОЛПАН

В районе г. Чолпан, находящейся в 5 км к северо-западу от Кедабекского месторождения, имеются значительные признаки пиритового оруденения. Оруденелыми здесь также оказались окварцованные кварцевые порфиры (вдоль ущелья р. Арыхдам), а в меньшей степени—кварцевые порфиры средней юры.

Преобладающий тип оруденения—вкрапленный. И в Чолпане мы наблюдаем повторение характерной для области картины—приуроченность оруденения к контакту кварцевых порфиров, как правило, окварцованных, и покровных пород, представленных в данном районе авгитовыми плагиоклазовыми порфиритами. Вместе с тем, и покровные порфириты оказались импрегнированными пиритом. Интенсивность импрегнации резко падает от кварцпорфиров к порфиритам. Характерна более значительная оруденелость сильно измененных—особенно окварцованных и каолинизированных участков кварцевых порфиров. Наряду с вкрапленным типом оруденения изредка встречаются сплошные пиритовые тела—«гнезда». Одно из таких тел размером  $2 \times 1,5$  м выступает в русле р. Арыхдам и состоит из пирита массивной текстуры без всяких других минералов, в том числе и жильных. Микроскопически руда состоит из сплошного пирита, пронизанного большим количеством тончайших трещин, по которым развивались продукты окисления пирита. Химическим анализом установлено отсутствие меди и наличие значительного количества (0,09%) кобальта (см. таблицу 21).

Эти данные, подтвержденные повторными анализами, представляют большой геохимический интерес, поскольку в пределах данного поля более высокой концентрации кобальта не найдено. Заметим, что среди пиритовых руд области такая концентрация кобальта больше не обнаружена. Наличие кобальтоносных пиритов в указанном районе, в отличие от лишенных кобальта ( $\leq 0,001\%$ ) громадных скоплений пирита в других месторождениях, а также в соседнем Кедабекском месторождении, связано, повидимому, с локального значения особенностями дифференциации магмы. Об этом свидетельствует наличие диабазовых даек меридионального простирания мощностью около 6 м в непосредственной близости к выходу кобальтоносного пирита. В этой связи можно было бы напомнить, что концентрация кобальта в Дашкесане связывается с габбро-диабазовыми породами [16]. Не исключена генетическая самостоятельность данного кобальтсодержащего серного колчедана.

Возвращаясь к вопросу о минерализации Чолпанского участка, отметим жильную, вернее, прожилковую форму залежи пирита в кварцитах и покровных породах и наличие маломощных баритовых жил и участков с интенсивной эпидотизацией (к западу от главной вершины г. Чолпан кварцевые порфиры местами эпидотизированы). Во всех участках пирит является единственным рудным минералом. Очень редко и спорадически отмечаются мелкие зерна халькопирита.

Из всего изложенного видно, что район г. Чолпан был ареной деятельности гипогенных агентов, но в значительно меньшей степени, чем соседние районы. Гидротермы, не насыщенные рудными элементами, хотя и высокотемпературные, проникающие, главным образом, в «межпластовое» пространство, производили неравномерное окварцевание и каолинизацию, местами эпидотизацию, и отложили пирит.

В литературе об этом районе упоминается железная шляпа, что дадо в свое время (1928—1929 гг.) надежду на нахождение под ней первичных руд. В последующем было выяснено, что охристые скопления, названные железной шляпой, являются переотложенным материалом, и «голова» под этой шляпой отсутствует.

## СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МИНЕРАЛОВ СЕРНОКОЛЧЕДАНОЙ РУДНОЙ ФОРМАЦИИ

Ниже приведен список всех гипогенных и гипергенных минералов, установленных в месторождениях рассматриваемой формации. Минералы расположены в порядке, отвечающем обычной классификации. В список включены лишь минералы-новообразования; породообразующие минералы вмещающих пород нами не рассматриваются.

Элементы	Галоиды
1. Золото	20. Флюорит
2. Серебро	
3. Медь	Карбонаты
4. Сера	21. Кальцит
Сульфиды	22. Азурит
5. Сфалерит	23. Малахит
6. Галенит	
7. Пирротин	Сульфаты
8. Пирит	24. Гипс
9. Халькозин	25. Малантерит
10. Ковеллин	26. Барит
11. Борнит	27. Ярозит
12. Халькопирит	28. Кокембит
Сульфосоли	29. Фиброфферит
13. Теннантит	30. Алунит
14. Тетраэдрит	
Оксиды	Силикаты
15. Кварц	31. Каолин
16. Куприт	32. Хлорит
17. Осад	33. Серицит
18. Лимонит	34. Пирофиллит
19. Магнетит	35. Зуннит
	36. Топаз

Минералы описываются ниже с разделением на группы: 1) гипогенные минералы; 2) гипергенные минералы; 3) минералы-новообразования в боковых породах.

### ГИПОГЕННЫЕ МИНЕРАЛЫ

1. Золото и серебро. Золото является характерным элементом рассматриваемого сульфидного комплекса, о чем свидетельствуют многочисленные аналитические данные. По общей слабой зараженности Чирагидзорского месторождения золотом (табл. 3) последнее в сравнительно повышенном количестве обнаружено в рудном комплексе послепиритовой полиметаллической фазы. Несмотря на тщательное изучение многочисленных полированных шлифов, форма нахождения золота в собственно пиритовых рудах еще не установлена.

В отчете К. И. Филиппова и др. [31] указывается, что Егоровой и Радугиной в аншлифах чирагидзорских руд отмечены единичные зерна золота. В наших работах индивидуализованные минералы золота и серебра даже в наиболее богатом этими элементами полиметаллическом комплексе не выявлены. Возможно, золото и серебро в пирите и других минералах находятся в диспергированном виде, как, например, в золотоносных пиритах Джетигаринского месторождения [9].

Содержание интересующих нас элементов в пиритовых рудах, содержащих от 0,06 до 6,3% халькопирита (вычислено по содержанию меди в пробах), колеблется: Au — от следов до  $6 \cdot 10^{-5} \%$ , Ag — от следов до  $11,4 \cdot 10^{-4} \%$ . В халькопирит-пиритовых рудах (пробы

12,13, содержание халькопирита до 55,5%) Au содержится  $0,8 \cdot 10^{-5} \%$ , Ag —  $3,2-3,4 \cdot 10^{-4} \%$ . В полиметаллических рудах присутствует  $5,0 \cdot 10^{-4} \%$  Au и  $6,9 \cdot 10^{-3} - 2,3 \cdot 10^{-2} \%$  Ag.

Таблица 3

№ пробы	Место взятия проб и их характеристика	Определения в %					Автор
		Au 10 <sup>-5</sup>	Ag 10 <sup>-4</sup>	Cu	Zn	S	
4	Из штабелей	1	4,7	0,02	нет	43,22	К. Н. Паф- фенгольц [20] (пробы Д. Л. Ортен- берга, 1926г.)
5	" "	1,2	3,8	0,04	"	45,32	
6	" "	0,6	2,5	0,04	не опр.	47,90	
7	" "	сл.	сл.	0,10	"	44,78	
8	" "	1,4	6,6	0,18	"	47,60	
10	" "	—	1,1	0,17	"	51,16	
12	" "	0,8	3,8	19,20	"	35,68	
13	" "	0,8	3,2	17,97	"	33,64	
14	" "	1,0	4,6	0,14	"	43,55	
	Из рудника						
	Горизонт 2, пункт 13	1,5	6,8	0,18	нет	33,52	
	" " 16	1,0	5,1	0,05	не опр.	42,86	
	" " 14	1,4	5,6	0,35	"	43,05	
	" " 8	0,8	5,8	0,27	"	43,44	
	" " 10	6,0	11,4	0,05	"	47,60	
	" 4, " 3-4	4,0	9,1	0,11	нет	49,20	
	Северный пункт 31	4,0	7,1	0,10	не опр.	44,37	
9	Из штабеля	2,0	7,1	2,19	нет	48,37	
3	Горизонт 3, пункт 5-6	0,8	4,1	нет	"	49,42	
1	Промеж. горизонт	6,0	10,1	0,19	не опр.	44,37	
	Линза—жила полиметалл. руд; шт. № 0 и 8						А. М. Раки- тин: Рв—9,47 Рв—4,15 Рв—0,30
	Из штуфов	50	96	2,07	28,79	21,68	
	"	50	189	7,89	43,23	29,25	
	"	50	234	44,53	5,17	26,75	

Приведенные данные показывают, что в смысле золотоносности нет существенной разницы между почти чистыми пиритовыми и преимущественно халькопиритовыми рудами месторождения. Поэтому вряд ли имеются основания думать о том, что золотоносным является халькопиритовый компонент руды Чирагидзора, как это предполагалось в свое время И. Н. Ситковским [25].

Золото- и сереброносность самих пиритов совершенно очевидны. Но при низком содержании благородных металлов в пиритовых и халькопирито-пиритовых рудах минеральный комплекс позднегидротермальной фазы содержит в среднем в 30 раз больше золота и в 13—44 раза больше серебра. Основным носителем обоих элементов в полиметаллическом комплексе является, по видимому, блеклая руда, составляющая 60—70% отдельных штуфов.

В мономинеральных пробах сфалерита, галенита, тетраэдрита и халькопирита, выделенных из раздробленного штуфа (сортирование производилось под лупой), а также в кристаллах пирита колориметрическим методом определено следующее количество золота (в %):

Пирит (кристаллы)	— $1,1 \cdot 10^{-5}$
Халькопирит	— $1,2 \cdot 10^{-5}$
Сфалерит	— не обнаружено
Тетраэдрит из полиметаллической жилы	— $7,2 \cdot 10^{-4}$

Нахождение серебра во многих галенитах общеизвестно. Не исключено, что некоторое количество серебра находится и в галените рассматриваемого комплекса. Но нам кажется более вероятным, что основная масса содержащегося в полиметаллическом комплексе серебра связана с тетраэдритом. Это видно хотя бы из того, что максимальное количество серебра —  $2,34 \cdot 10^{-2}\%$  обнаружено в пробе, содержащей не более 0,35% галенита (вычислено по содержанию свинца). Больше того, пробы с более высоким содержанием галенита (10,9%) содержат сравнительно меньшее количество серебра (табл. 2). Одновременно обращает на себя внимание сравнительно высокое содержание серебра —  $9,6 \cdot 10^{-2}$  в тех пробах, которые состоят на 43 и 64% из сфалерита. Спектральные анализы чирагидзорского сфалерита показали средние линии серебра при тех же показателях для тетраэдрита (см. стр. 212 и 223).

Небезинтересно остановиться на содержании благородных металлов в пробах из железной шляпы (участки 5-го и старого штоков). В обоих пробах содержание золота не выше  $1 \cdot 10^{-6}\%$  при содержании серебра от  $1,5 \cdot 10^{-4}$  —  $2,1 \cdot 10^{-4}\%$ , что приближается к среднему содержанию в пиритовых рудах.

Таким образом, небольшая общая зараженность колчеданных руд Чирагидзорского месторождения благородными металлами может считаться его характерной особенностью. Максимально наблюдаемая концентрация золота и серебра в месторождении связана с послепиритовой фазой гидротермального процесса. Основным носителем благородных металлов является, преимущественно, тетраэдрит. В промышленных рудах золото и серебро находятся в неизвестном, высокодиспергированном виде. Этим обстоятельством, повидимому, объясняется бедность отложений рек, размывающих рудный комплекс Чирагидзорского участка, самородными металлами. Правда, значительный уклон рек (более 25 м на 1 км) неблагоприятен для образования рассыпного золота. Однако не исключена возможность нахождения благородных металлов, особенно серебра, в древних террасах реки Кюракчай и в отложениях многочисленных спускающихся к этой реке ручейков. Следует при этом иметь в виду, что именно в этом районе — в галечных выносах селевых потоков, спускающихся с хребта Пант в систему р. Кюракчай, найден и Г. П. Барсановым [7] описан наиболее крупный для Закавказья самородок серебра (4197 г). Последний скорее является продуктом изменения серебросодержащих минералов, возможно, блеклых руд, давших в зоне цементации в известняках самородное серебро с нитеобразными и дендритовыми формами роста.

### СУЛЬФИДЫ И СУЛЬФОСОЛИ

Сфалерит не является характерным минералом для данного рудного комплекса. Он представлен в пиритовых рудах в виде редкой спорадической и незначительной примеси, и то лишь в наиболее интенсивно минерализованных участках.

В собственно пиритовых рудах сфалерит наблюдается в виде редких ангедральных включений размером не более 0,1—0,2 мм. Ему обычно сопутствуют халькопирит, тетраэдрит, а иногда в тесной связи с последними — борнит. Еще реже наблюдаются тонкие прожилочки сфалерита, пересекающие пирит массивной текстуры. В сфалерите этих прожилков иногда отмечаются эмульсионные включения халькопирита. В отдельных случаях сеть тонких жилок сфалерит совместно с халькопиритом рассекает сплошные агрегаты пирита. Иногда сфалерит совместно с халькопиритом проникает по концентрическим отдельностям метаколлоидной текстуры пирита, создавая концентрически зональное

строение. В зернистых пиритах сфалерит и другие сульфиды располагаются между эвгдральными зернами, а иногда, корродируя последние, проникают внутрь зерен, создавая ясные структуры замещения.

Приведенные данные наблюдений свидетельствуют о поздней, по отношению к пириту, кристаллизации сфалерита и тесно связанного с ним халькопирита.

Сфалерит составляет преобладающую часть некоторых участков довольно изменчивого минералогического состава обособленной рудной жилы или линзы, вскрытой горными выработками в участке нулевой штольни и штольни № 8. Здесь он тесно ассоциирует с галенитом и тетраэдритом, халькопиритом; последние три минерала в собственно сфалерит-галенитовой ассоциации представлены в подчиненных количествах.

Сфалерит представлен зернистым агрегатом; каких-либо признаков его разъедания галенитом не отмечается.

Анализ сфалерита, выделенного из этой ассоциации, дал следующие результаты (табл. 4).

Таблица 4

Элементы	Содерж. в %	Спектральный анализ
Zn	59,03	Сильные линии—Zn, Pb, > 1 % Средние линии—Ag, Sb, As, Cu, Cd Слабые линии—Si, Mn, Fe, Ni Ge—0,1 % Ga—0,001 % Sn—0,001 %
Fe	5,13	
Au	1 10 <sup>-6</sup>	
Cu	0,58	
Ag	0,03	
As	0,02	
Se	0,001	
Mn	0,08	
Sb	0,09	
Cd	0,27	
Pb	1,12*	
Co	0,00	
S	32,49	
Нераств. ост.	0,52	
С у м м а	99,461	

\* Повидимому, примесь галенита

Спектральный анализ образца сфалерита из указанного комплекса, по данным Г. П. Барсанова и С. А. Боровика [8], показал 0,1 % Ge и 0,001 % Ga, Jn не обнаружен.

Как видно из данных спектрального анализа, чирагидзорский сфалерит отличается повышенным содержанием германия. По Ф. И. Абрамову и А. К. Русанову [1], сфалериты, содержащие 0,1 % Ge, составляют не более 12,6 % от общего числа исследованных ими сфалеритов из различных месторождений Союза и зарубежных стран. Этими авторами указывается характерность повышенного содержания германия для сфалеритов мезо-эпитермальных месторождений, к которым относится и Чирагидзорское месторождение.

Г а л е н и т является малохарактерным минералом, встречаясь спорадически в ничтожных количествах в тонких трещинах вмещающей породы — кварцпорфирах без каких-либо гипогенных спутников. Сравнительно большое развитие он получил лишь в тетраэдрит-сфалеритовой ассоциации полиметаллической линзы — жилы, где выделялся почти одновременно со сфалеритом. В собственно пиритовых рудах галенит не отмечен.

Химический состав галенита приведен в таблице 5.

Несмотря на тщательный отбор под лупой, получить чистую пробу все же не удалось. Как видно из анализа, проба загрязнена тесно ассоциирующими с галенитом минералами — сфалеритом, до некоторой степени тетраэдритом, отчасти пиритом.

Таблица 5

Химический анализ галенита из Чирагидзорского месторождения

Элементы	Содерж. в %	Спектральный анализ
Pb	82,75	Оч. сильные линии—Pb
Zn	0,93	В. ше средн.—Cu, Ag
Cd	0,02	Слабые линии—As, Bi
Fe	0,25	Оч. слабые линии—Ba
Cu	0,43	Co~0,01%
Ag	≥0,01	As~0,02%
Sb	0,25	
Mn	0,00	
Bi	0,00	
S	13,13	
Нераств. ост.	2,07	
<b>Сумма</b>	<b>99,89</b>	

Пирротин — очень редкий минерал месторождения; отмечен лишь с тесно с ним ассоциирующимся халькопиритом [20].

Пирит составляет главную массу и ценность всех месторождений серноколчеданной рудной формации.

Необходимо отметить, что пирит, в виде акцессорной вкрапленности, является повсеместно распространенным минералом не только в рудовмещающих кварцевых порфирах, но и в так называемых покровных породах среднеюрского возраста или вообще во всех породах юрских эффузивов. Исходя из этого, правильно было бы допустить, что акцессорный в породах пирит не является новообразованием, связанным с гидротермально-метасоматическим процессом.

В участках с серноколчеданным оруденением почти везде наблюдаются процессы выветривания эффузивных пород, носившие ясные отпечатки участия акцессорного пирита. Он нигде не достигает больших концентраций. Нашему рассмотрению подлежит лишь пирит, являющийся новообразованием, локализация которого контролируется окварцованными порфирами и зонами их контактов с порфиритовой толщей.

Пирит представлен разными типами агрегатов, образование которых обусловлено условиями среды, характером рудных растворов, длительностью процесса рудообразования и перерывами в рудоотложении. В разделе о текстурах мы подробно останавливались на главных типах текстур руд Чирагидзорского месторождения. Там же мы попытались объяснить появление той или иной текстуры в тесной связи с характером метасоматизированной среды и природой рудоносного раствора. Пересеченность кварцевых порфиров трещинами всевозможного направления, образование многочисленных пор — отчасти в результате предшествовавшего окварцования и разбитости тектоническими движениями — подготовили благоприятную почву для метасоматического отложения руд. В зависимости от степени развития и комбинации перечисленных особенностей рудовмещающих пород в отдельных участках образовались различные

рудные текстуры, обуславливающие, в свою очередь, интенсивность концентрации. Главным текстурным рисунком для рассматриваемой формации является вкрапленная текстура. В рудах вкрапленной текстуры пирит представлен, главным образом, кристаллами, размеры которых редко превышают 1 мм в поперечнике. Эти зерна всегда очень мелкие, что, по видимому, является результатом большой способности пирита к кристаллизации и сильным переохлаждением рудоносного раствора к началу кристаллизации. Зерна представлены как идиоморфными кубической и редко — пентагон-додекаэдрической, изометрической формы кристаллами, так и кристаллами с неправильными границами граней. Последние несут все признаки борьбы за пространство в процессе кристаллизации. Нередко наблюдаются зерна пирита, напоминающие псевдоморфоз по минералам, главным образом, полевошпатовым компонентам вмещающей породы. Нередки зерна пирита, выкристаллизовавшиеся в готовых пустотах без заметных механических воздействий на окружающую породу.

Форма кристаллов пирита зависит от интенсивности оруденения. В то время как в менее интенсивно оруденелых участках и месторождениях преобладает кубическая форма, в других, более интенсивно оруденелых участках господствующей формой кристаллов становится пентагон-додекаэдрическая. Как правило, кристаллы именно этой формы достигают крупных размеров, собираясь в друзах на стенках полостей и пустот в мономинеральных рудах губчатой текстуры. Из кристаллов этой же формы сложены рыхлозернистые руды, но в последних преобладают обломки и перетертые, в силу стресса, зерна. Пентагон-додекаэдрический «скелет» этих зерен легко различается

По гониометрическим данным А. З. Везирзаде<sup>1</sup> на кристаллах пирита Чирагидзорского месторождения установил следующие формы: {210} — основная форма; {430}, {211}, {221} и {111} — в слабом развитии; {100} — в крайне слабом развитии.

Как было отмечено выше, прекрасно образованные изометрические пентагональные додекаэдры собраны в друзах. Размер последних, равно как и размеры слагающих кристаллов, варьируют в широких пределах — от микроскопических до крупных (7—8 см в поперечнике). Нередко в друзах встречаются кристаллы — пентагондодекаэдры, осложненные другими формами — кубом и октаэдром. Однако во всех случаях эти дополнительные формы получают слабое развитие. Встречаются кристаллы кубического облика, причем вершины куба притуплены слабо развитыми гранями октаэдра. Иногда встречаются несколько вытянутые кристаллы. В разрезах зерен, особенно при структурном травлении, наблюдается зональное строение кристаллов пирита. Это косвенно указывает на большую скорость кристаллизации в условиях малых глубин и сравнительно низких температур.

Из других форм агрегатов встречается пирит метаколлоидной (колломорфной) структуры (рис. 2). Иногда встречается пирит радиально-концентрической структуры, особенно в пустотах вмещающей породы. Наличие метаколлоидной и колломорфных текстур объясняется гелевой природой растворов, перенасыщенных в результате испарения в весьма благоприятной для этого среде — при сильном понижении давления в трещиноватых вмещающих породах. О последнем обстоятельстве свидетельствует не только наблюдаемая в настоящее время трещиноватость кварцпорфиров, но и проникновение рудных растворов в участки боковых пород, отстоящих от разломов (путей растворов) на значительном расстоянии. Столь большой проницаемости пород обязано формирование вкрап-

<sup>1</sup> Устное сообщение.

ленных бедных руд Тоганалинского месторождения и слабо оруденелых участков Чирагидзорского. Что же касается массивных и губчатых руд, то они отлагались, главным образом, в трещинах и пустотах, что видно из формы штоков. Колломорфные структуры встречаются именно среди этих массивных руд, формировавшихся из перенасыщенного геля.

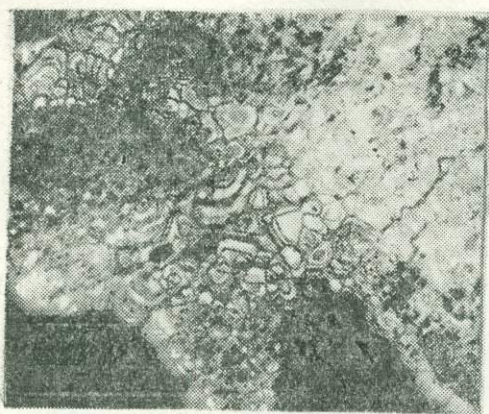


Рис. 2. Колломорфная структура пирита (Чирагидзорское месторождение). Ув. 35



Рис. 3. Замещение пирита кварцем—пелетельчатая структура замещения (Тоганалинское месторождение). Ув. 35

Пирит в месторождении парагенетически связан с кварцем и некоторыми сульфидами и сульфосолями. Согласно данным многочисленных шлифов и материалу других авторов, последовательность рудоотложения и парагенетические взаимоотношения минералов рисуются в следующем виде. Первым отложился пирит, заполняя открытые трещины различной величины в окварцованных кварц-порфирах и в промежутках между зер-

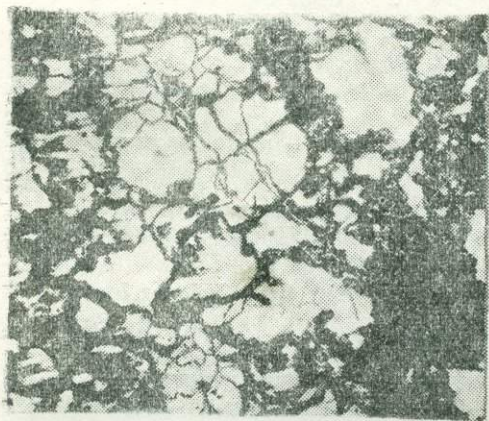


Рис. 4. Замещение пирита кварцем второй генерации



Рис. 5. Замещение пирита по тонким трещинкам кварцем (Чирагидзорское месторождение). Ув. 35

нами кварца. При этом происходило разъединение зерен кварца по краям и вдоль трещин. Сам пирит корродируется кварцем, проникающим в его массу по тонким трещинам. Наличие кварца послепиритовой генерации доказывается образованиями брекчиевидной и пелетельчатой структуры, в которых цементом служит кварц (рис. 3, 4, 5). Вслед за этим происходило отложение других сульфидов — сфалерита, халькопирита, тетра-

эдрита и борнита. Эти сульфиды, проникая между зернами пирита, внедряясь внутрь них по сети тончайших трещин, корродировали пирит, создавая раскрошенные и субграфические коррозионные структуры. В пиритах колломорфной структуры поздние сульфиды располагались в промежуточных концентрических и радиальных отдельностях, создавая концентрически зональные и сферолитовые структуры [22]. Если не считать акцессорного пирита во вмещающих породах, то весь пирит в Чирагидзорском месторождении представлен тремя генерациями. Пирит второй генерации без других сульфидов цементирует кристаллы пирита первой генерации, что очень ясно видно в образцах из 9 слоя нулевой штольни первого штока. Тонкие жилки мелкозернистого пирита в рудах из полиметаллической жилы — линзы, секущие тетраэдрит и заключенные в массе кварца, можно отнести к третьей генерации.

Таблица 6

№ образца	17	105	101	150	26	205
Элементы						
Fe	46,11	46,05	45,76	46,04	45,72	45,86
S	52,91	52,19	52,73	53,05	52,29	53,01
Zn	0,01	0,00	—	0,01	—	—
Cu	0,1	0,02	0,02	0,01	0,03	0,03
As	0,08	0,04	0,05	0,15	0,11	0,04
Sb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Se	0,0039	0,0041	0,0029	0,0031	0,0027	0,00
Te	0,0002	—	—	0,00015	—	—
Au	$2,1 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$3,1 \cdot 10^{-5}$	$1,08 \cdot 10^{-5}$	$3,0 \cdot 10^{-5}$	—
Ag	$5,6 \cdot 10^{-4}$	$7,1 \cdot 10^{-4}$	$4,3 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$
Co	0,001	—	0,002	0,001	—	—
Ni	0,00	0,00	—	0,00	—	—
Сумма	99,11	98,20	98,56	99,25	99,16	98,96

Образцы из Чирагидзора: № 17 — кристаллы — пентагондодокаэдры, № 105 — мелкозернистый пирит из кварцпорофора, № 101 — зерна пирита из «сыпучки».

Образцы из Тоганалов: № 150 — пирит из друзы кристаллов, № 26 — вкрапленный пирит из оруденелого кварцита, № 205 — пирит из Гюлистанского участка.

Таблица 7

Спектральные анализы пиритов

№ образца	17	101	150	Кобальтсодержащий пирит из Чолпан
Интенсивность спектральных линий				
Очень сильная	Fe	Fe	Fe	Fe
Выше средней	—	—	—	Co (0, п %)
Средняя	Cu	Cu	Cu	—
Слабая	Pb, Zn	—	—	Cu
Очень слабая	Bi	Bi, Zn	—	Ba
Следы линий	—	Pb	Pb, Zn	—

Нами анализировались мономинеральные пробы пирита из Чирагидзорского и Тоганалинского месторождений и других участков. Результаты анализа приведены в таблице 6.

По данным А. А. Саукова [24], в пирите Чирагидзорского месторождения обнаружена ртуть в количестве  $2,2 \cdot 10^{-4}\%$ .

Более детально изучено содержание селена и теллура в мономинеральных и рудных пробах пиритов из отдельных месторождений (табл. 8).

Таблица 8

Месторождение	Se	Te	S	Se:Te
Чирагидзор				
Сбор. проба из шт. № 8	0,0030	0,00014	49,64	21:1
Проба из рудного отв.	0,002	0,00010	41,46	20:1
	0,001	не опр.	48,32	—
5-й слой нов. штока	0,002	"	48,32	—
9-й " об. опр.	0,003	"	50,21	—
3-й " "	0,0017	"	51,59	—
2-й " "	0,0023	"	26,93	—
8-й гориз. бедн. руды	0,0010	"	21,85	—
Кристаллы пирита	0,037	0,00017	53,05	—
5-й шток, богатая руда	0,03	0,00014	45,33	21,7:1
Проба руды из отвала 1945 г.	0,004	0,00020	53,32	20:1
Кристаллы пирита из Тоганалинского месторождения	0,0027	0,00016	53,31	17:1
Проба руды из Тоганалинского месторождения	0,0013	не опр.	28,13	—
Мономинеральные пробы:				
из Гюлистанского участка	0,0015	—	52,83	—
из Гекгельского участка	0,0028	0,00015	5,97	18:1
из Яншахского участка	0,0028	0,00017	50,83	16:1
Среднее содержание	$3 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 20^{-4}$	—	—

В литературе имеются лишь отдельные указания [10, 20] об отсутствии селена в чирагидзорских рудах. Данные о теллуре вовсе отсутствуют.

Результаты наших анализов (табл. 8) показывают, что пиритовые руды Чирагидзора селеноносны и до некоторой степени теллуриносны. Какой-либо зависимости между текстурой пиритов и содержанием в них селена и теллура не наблюдается. Нет зависимости и между содержанием серы и селена. Отношение Se:S колеблется в довольно широких пределах. Обращает на себя внимание отношение Se:Te, которое изменяется в очень узких пределах. Как будет показано ниже, это отношение остается неизменным в селеноносных отходах сернокислотного завода им. Фрунзе, пользующегося чирагидзорской рудой.

Изоморфное соотношение селена и серы общеизвестно. Это соотношение является причиной нахождения селена почти во всех сульфидах и в некоторых сульфатах, образовавшихся в специфических условиях [30]. Этим же соотношением объясняется рассеянность менее пространенного селена в решетках серы, т. е. элемента большого пространства, в тех геохимических системах, в которых господствующая роль принадлежит сере.

Наличие в селеносодержащей системе (как, например, в гидротермальном растворе) серы предопределяет судьбу атомов селена, значи-

тельная часть которого захватывается решетками сульфидов. Лишь остаточный селен, и то при наличии в системе таких сильно поляризующих элементов как Au, Ag и Bi, отчасти Cu, в конечных фазах гидротермального процесса образует селениды.

Изоморфное соотношение серы и селена вытекает из величин их двухвалентных отрицательных ионов, близких поляризационных свойств (несколько больших у селена) и химического сходства. Именно в состоянии изоморфного рассеяния селен проходит все стадии гидротермального процесса, начиная от гипотермальных до эпипермальной включительно. Совсем другую картину мы имеем для пары Se—Te. Несмотря на то, что теллур примерно в 80 раз менее распространен в земной коре, чем селен, он образует значительно большее число самостоятельных минералов. Это объясняется, повидимому, совершенно иным отношением серы к теллуру. Разница между ионными радиусами теллура и серы не допускает изоморфизма этих элементов. К тому же теллур значительно более способен к пассивной поляризации чем селен, не говоря уже о сере. Кристаллохимические особенности ряда S, Se, Te, допуская изоморфизм для первых и последних двух, исключают его для крайних членов. Это видно из следующих данных:

ионы	$S^{-2}$	$Se^{-2}$	$Te^{-2}$
Ri	1,74	1,91	2,11
	└──────────┘		
Δ	9,8		10,4
	└──────────────────────────┘		

21

Нахождение теллура в пиритах, помимо возможных других форм (тонкодиспергированные теллуриды благородных металлов) должно быть объяснено изоморфизмом селена и теллура. Нам кажется вероятным, что селен, играя роль посредника, открывает некоторый путь и для теллура в сульфидную решетку. Поэтому следует ожидать, что количество теллура в решетке должно строго лимитироваться количеством селена. Возникает вопрос — не является ли следствием этого наблюдаемое постоянство отношения Se : Te? Учитывая значительные аналитические трудности определения малых количеств теллура, особенно в присутствии селена и, в связи с этим, малую достоверность полученных данных о содержании теллура, мы определили это отношение в отходах (шламах и илах очистительных башен) сернокислотного завода им. Фрунзе, который работает на рудах Чирагидзорского месторождения. Судьба селена и теллура в процессе получения серной кислоты из пирита совершенно одинакова. Поэтому они должны накапливаться в одних и тех же продуктах очистки сернистого ангидрида, в количествах, допускающих получение достоверных аналитических данных. Приведенные в таблице 9 результаты анализов, прежде всего, подтверждают теллуриноность пиритов Чирагидзора. Кроме того, подтверждается постоянство соотношения Se : Te, отмеченное и в самих рудах.

Таблица 9

Виды отходов	Se	Te	Se : Te
Каттеральная пыль	0,04	—	—
Шлам из форвашера	9,24	0,48	19 : 1
Шлам из промыв. башен	0,24	—	—
Шлам из мышьячной башни	41,50	1,89	21 : 1
Огарки	отсутств.	отсутств.	—

Уместно отметить, что весьма богатые селеном и теллуром отходы сернокислотного завода периодически выбрасываются в канаву. По нашим подсчетам, в результате этого ежегодно теряется около одной тонны селена и более 50 кг теллура (подсчеты произведены на основании выведенного нами среднего содержания селена в Чирагидзорских рудах, равного  $3 \cdot 10^{-3}\%$ ). Количество теряемого теллура вычислено исходя из установленного нами отношения 20 : 1. В связи с предстоящим увеличением объема производства серной кислоты в 2—3 раза, соответственно будет увеличиваться количество селен- и теллурсодержащих отходов.

Из других редких и рассеянных элементов в отходах от обжига чирагидзорского пирита удалось обнаружить Ge, присутствующий в каттеральной пыли в количестве 0,02%, а также таллий в каттеральной пыли в количестве  $n \cdot 10^{-4}\%$ .

Борнит — нередко встречающийся минерал описываемого комплекса. Почти во всех случаях он обнаруживается только под микроскопом. По старым данным, сплошные массы борнита с примесью халькопирита встречались вблизи ныне выработанного старого штока [20]. Образцы борнита из Чирагидзора имеются в коллекциях Горного Института в Ленинграде. К. И. Филипповым были обнаружены куски мелкозернистого борнита с ковеллином в отвалах [31]. В полированных шлифах пиритовых руд борнит обнаруживается совместно с халькопиритом и другими сульфидами в виде зерен, ангедральных по отношению к пириту. Почти во всех случаях борнит парагенетически связан с халькопиритом, а в полиметаллической жиле — также с тетраэдритом и галенитом. А. М. Ракигин описал интересное образование, по его мнению, представляющее собой продукт распада твердого раствора халькопирита в борните. В шлифе был обнаружен халькопирит в виде тонких параллельных пластинок, расположенных под некоторым углом друг к другу. Отмечено также зернистое срастание борнита с халькопиритом, а в других шлифах — тонкие, субграфической структуры, срастания с тетраэдритом. Отмечены случаи замещения борнита халькопиритом.

Структурное взаимоотношение борнита и других минералов указывает на первичный его характер. Это подтверждается еще и тем, что в отдельных случаях отмечено его замещение халькопиритом второй генерации. Тесная парагенетическая связь борнита с другими сульфидами и структурное взаимоотношение последних с пиритом (ангедральность по отношению к пириту, пересеченность пирита жилками этих сульфидов, обособление их, в одном случае в виде жилы—линзы, пересекающей пиритовый шток, и т. д.) свидетельствует об образовании их после раскристаллизации пирита. По борниту часто развиваются халькозин и ковеллин.

Халькопирит занимает первое место среди рудных спутников пирита по частоте нахождения. Он не имеет сколько-нибудь равномерного развития по месторождениям. Если при этом неправильной формы микроскопические зерна и эмульсионные вкрапления халькопирита (в отдельных случаях — совместно с борнитом) встречаются почти везде, то руды с прожилками или крупными скоплениями халькопирита представляют собою обособленные участки. Многочисленные анализы проб руд из всех участков Чирагидзорского и других месторождений показывают присутствие меди в большинстве анализированных проб, обусловленное наличием халькопирита. Согласно данным анализа 87 проб из различных участков Чирагидзорского месторождения (главным образом, из 7, 8, 9 слон нового штока, штоков № 4 и 5 и из буровых скважин), среднее содержание меди по всему Чирагидзорскому месторождению не превышает 0,12%. Неравномерность распределения халькопирита по месторождению

видна из того, что содержание меди в пробах из отдельных участков колеблется в пределах от 0,00 до 0,35%. Неравномерное распределение халькопирита особенно характерно для тех случаев, когда прожилки его секут пиритовые штоки, главным образом, в их периферических частях. Поэтому более или менее заметные скопления халькопирита могут встречаться во всех горизонтах.

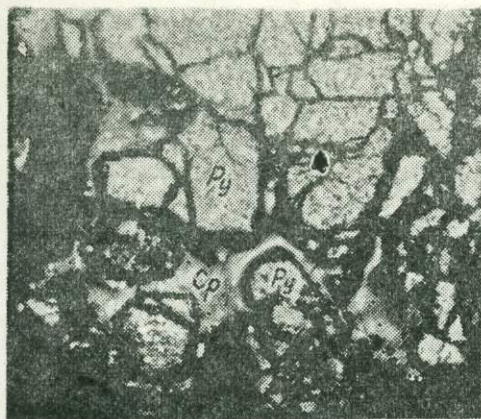


Рис. 6. Замещение пирита халькопиритом (Чирагидзорское месторождение). Ув. 35

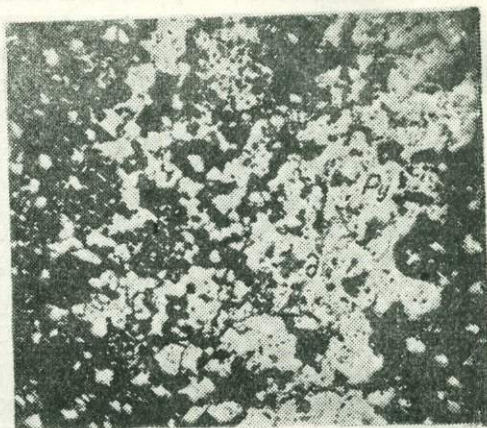


Рис. 7. Замещение пирита (светлое) кварцем (черное) (Тоганалинское месторождение). Ув. 35

Литературные указания и анализы проб из штабелей показывают, что в отдельных частях выработанных штоков имелись сильно обогащенные халькопиритом руды. Образцы таких руд были изучены в прошлом [20]. Согласно имеющимся данным, халькопирит в такого рода рудах тесно смешан с пиритом и местами обнаруживает отчетливые признаки раз-

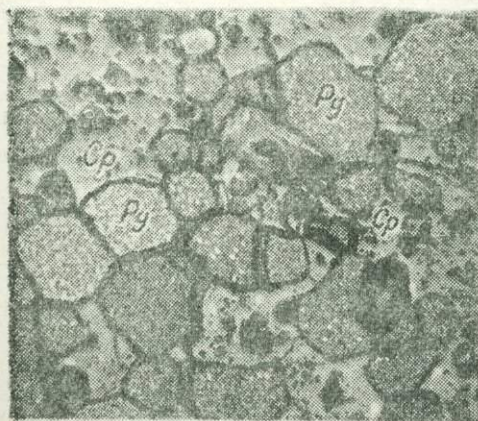


Рис. 8. Идиоморфные выделения пирита (Py) в руде зернистой текстуры. В промежутках между зернами пирита располагается халькопирит (Cp). Ув. 35

дзания последнего халькопиритом, создавая раскрошенные и скелетные структуры замещения.

Халькопирит в мелкозернистых пиритовых рудах один или совместно с другими сульфидами в виде зерен неправильной формы (0,1—1 мм) замещает пирит, образуя субграфическую структуру (рис. 6). Разъедание пирита халькопиритом наблюдается, нередко очень ясно, когда он совместно со сфалеритом рассекает сеть жилок сплошную массу руды (рис. 7). Халькопирит, замещая пирит в колломорфных участках, создает сферолитовые и в случае неправильных колломорфных участков — полосчатые структуры.

Халькопирит сопровождает пирит и во вкрапленных рудах. В этом случае неравномерность в его распределении выступает еще ярче и для него характерна ассоциация — сфалерит и борнит.

Существенное развитие получил халькопирит в сульфидной ассоциации полиметаллической жилы—линзы в Чирагидзорском месторождении. В некоторых участках этой жилы халькопирит составляет значительный процент всей руды. Он отлагается между мелкими зернами пирита (рис. 8), сильно корродируя его. Кроме того, в образцах руд из той же жилы, в которых преобладает тетраэдрит, зерна халькопирита заполняют мелкие трещины, которые, в свою очередь, пересекаются редкими трещинками, заполненными пиритом и кварцем поздней генерации.

Выше уже было отмечено, что халькопирит микроскопически обнаруживается в виде эмульсионных включений в сфалерите, а также в структурах, где он замещает борнит. Кроме того, прожилки и эмульсионные включения халькопирита в сфалерите и тетраэдрите указывают на позднюю кристаллизацию его по отношению к перечисленным минералам.

Таким образом, для минерального комплекса, включающего халькопирит, характерны следующие ассоциации рудных минералов (перечисляются в порядке кристаллизации):

Пирит — сфалерит — халькопирит.

Пирит — сфалерит — тетраэдрит — халькопирит.

Пирит — тетраэдрит — борнит — халькопирит — пирит.

В таблице 10 приводятся анализы трех проб халькопирита.

Таблица 10

Элементы Пробы	Cu	Fe	S	Zn	Pb	Ag	Au	Se	Te
	Чирагидзор:								
из прожилки	33,88	30,31	34,51	нет	нет	$3 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	0,0001	0,000
из полиметал. жилы	33,56	30,48	34,43	0,28	0,18	$5 \cdot 10^{-4}$	$0,9 \cdot 10^{-5}$	0,0002	0,02
Тоганалы	33,79	30,19	34,41	нет	нет	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$	0,0000	0,0000

Спектральный анализ одного образца халькопирита из Чирагидзорского месторождения дал следующие результаты:

Очень сильные линии — Cu, Fe  
Слабые линии — Ag  
Очень слабые линии — As, Co

Другие элементы не обнаружены.

Теннантит ранее был отмечен [20] в полированных шлифах массивной пиритовой руды в виде крайне редких и мелких включений (0,1 м) совместно со сфалеритом, халькопиритом и борнитом. Следует, однако, отметить, что он недостаточно четко диагностирован. Нам не удалось наблюдать достоверных признаков теннантита при микроскопическом изучении некоторых редких, подозреваемых на теннантит мелких зерен. Особенно трудно его отличить в этих условиях от редких мелких зерен тетраэдрита. От  $K_3[Fe(CN)_6]$  потемнение не особенно ясно, микрохимическая реакция раствора минерала, травленного  $HNO_3$  с  $(NH_4)_2MoO_4$ , очень неясная, хотя наблюдается появление слабой желтой окраски. Поэтому теннантит может быть лишь условно включен в список минералов серноколчеданных месторождений.

Тетраэдрит является характерным минералом лишь для поздней фазы полиметаллического оруденения в Чирагидзорском месторождении. Возможно, что неточно диагностируемый «теннантит» в пирито-

вых рудах есть именно тетраэдрит. Если это так, то рассматриваемый минерал чрезвычайно мало характерен для основной массы руд этого месторождения. Что же касается полиметаллической жилы, то тетраэдрит в ней представлен как один из основных компонентов рудной массы, преобладавая в некоторых участках жилы над всеми остальными минералами ассоциации. Он представлен здесь крупно- и мелкозернистыми агрегатами. Тетраэдрит вполне точно диагностируется микрохимическими реакциями—по почернению платиновой проволоки при соприкосновении азотнокислого раствора минерала с цинком и по обра-

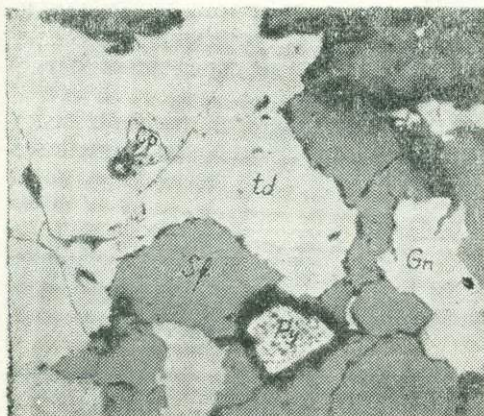


Рис. 9. Полиметаллическая линза—жила (Чирагидзорское месторождение)



Рис. 10. Пирит и сфалерит

зованию кристаллического красного осадка комплексной соли калия, цезия и сурьмы. Он здесь тесно ассоциирует с ранним по отношению к нему пиритом и сфалеритом, местами пересекая мелкозернистую массу последнего ветвистыми прожилками. В других шлифах отмечаются весьма слабые коррозионные каемки у зерен сфалерита, замещаемого тетраэдритом. Все другие сульфиды данной ассоциации — халькопирит, борнит, галенит—кристаллизовались после тетраэдрита, о чем свидетельствуют эмульсионные включения и жилки халькопирита в сфалерите и тетраэдрите, а также прожилки галенита во всех названных сульфидных агрегатах.

На основе изучения аншлифов, различающихся по ассоциации минералов и их количественному соотношению, порядок выделения минералов в полиметаллической жиле в обобщенном виде рисуется так: пирит — сфалерит—тетраэдрит — борнит — халькопирит (I)—галенит—халькопирит (II)—пирит (II)—вторичные минералы: ковеллин, халькозин (рис. 9, 10).

Таким образом, только что приведенная ассоциация минералов в обособленной от главной рудной (пиритовой) массы полиметаллической жиле формировалась в поздней стадии рудообразования.

Весьма интересно отметить, что минеральный состав полиметаллической жилы довольно изменчив даже на коротком расстоянии. Это, повидимому, объясняется неоднородностью состава раствора перед раскристаллизацией.

Нам кажется, что в условиях насыщенного раствора коллоидной природы обособление различного состава растворов весьма облегчается. Кроме того, раскристаллизация геля одного состава может выталкивать массу другого состава, остающуюся при этом в жидком состоянии, способствуя ее обособлению в пространстве.

Анализ мономинеральной пробы тетраэдрита дал следующие результаты (в %):

Cu	42,11
Zn	3,03
Fe	1,08
Ag	1,05
Co	0,02
Pb	0,38
Sn	0,00
Sb	23,71
As	1,75
Bi	0,00
S	26,11
Se	0,002
Te	0,03
Нераств. остаток	1,08
Сумма	100,352

Спектральный анализ Чирагидзорского тетраэдрита, по данным Г. П. Барсанова и С. А. Боровика [8], дал следующие результаты:

Очень сильные линии	— Cu, As, Sb
Средние линии	— Zn, Ag, S
Слабые линии	— Pb, Fe
Отсутствие линий	— Mo, Sn, Bi, Co, Ni, Mn, Cd, Jn, Ga

Кроме того, в том же образце обнаружен германий (0,01%). Как было указано выше, более высокая концентрация (0,1%) последнего элемента отмечена в сфалерите из той же ассоциации. А. А. Сауков [24] определил ртуть в блеклой руде Чирагидзорского месторождения в количествах  $p \cdot 10^{-2}\%$ .

Кварц является почти единственным постоянным спутником пирита во всех месторождениях. В данном случае речь идет только о кварце, который генетически связан с рудными минералами. Ниже будет показано, что окварцевание рудовмещающих пород (кварцевых порфиров) предшествовало орудуению. Вообще метасоматизм кварц-порфиров с образованием вторичных кварцитов и каолинизированных разновидностей последних представляется одним из характерных явлений для районов распространения названной группы пород. За редкими исключениями, все сульфидные месторождения локально связаны с кварцитами. Однако, наряду с рудоносными кварцитами, большое распространение имеют безрудные кварциты.

Окварцевание должно быть признано более высокотемпературным явлением, чем рудоотложение. Кроме того, в пределах месторождений колчеданов описываемой формации встречаются многочисленные участки, где рудные скопления связаны с очень слабо затронутыми окварцеванием и даже вовсе не окварцованными порфирами. Последние, видимо, уцелели от окварцевания участками. Это свидетельствует о том, что рудные растворы не сыграли существенной роли в полном окварцевании главной массы кварц-порфиров, хотя и обогатили их в дальнейшем кварцем.

На этом основании мы останавливаемся лишь на кварце, который не только в пространстве, но и во времени связан с сульфидными минералами.

С этой точки зрения кварц, обнаруживаемый в рудах петельчатой и брекчиевидной текстуры, и кварц, сцементированный пиритом, не являются одновременными (синхроничными) с пиритом, а являются продуктом раздробления кварцитов. Кварц, выделившийся в процессе рудообразования, обнаруживается в тех текстурных разновидностях, в которых он, просачиваясь по тонким трещинкам в пирите, образует тонкие жилки, цементируя и разъедавая зерна пирита.

Более поздняя генерация кварца встречается уже обособленно и в прожилках как в рудном теле, так и в боковых породах. В этом случае различной величины кристаллы кварца собираются в друзы, в которых число сросшихся кристаллов обычно невелико. Облик кристаллов призматический; как правило, ромбоэдри в этих маленьких кристаллах сравнительно слабо развиты. На всех кристаллах, включая и мелкие (2—3 мм), наблюдается характерная для кварца грубая штриховатость на гранях призмы. Очень большое число индивидов в результате неодинакового развития граней призмы имеет плоский вид. Аналогичные мелкие друзы и неправильной формы кристаллы кварца встречаются

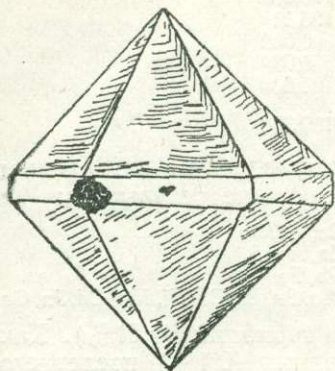


Рис. 11. Кристалл кварца (Чирагидзорское месторождение). Ув. 7

в очень маломощных прожилочках вне рудных участков, на поверхности и вне пределов месторождения. Нередко их можно видеть в трещинках покровных порфиров. Редко и только в пустотах пиритовой руды встречаются кристаллы дипирамидального облика (рис. 11), обычно мелкие (6—7 мм по главной оси) и совершенно прозрачные. Последние погружены в пирит, но внутри кристалла кварца пиритовых вкраплений нет. Наибольшее развитие имеет дипирамида; грани призмы неравномерно развиты и представлены лишь узкими полосочками. Отношение высоты бипирамиды к призме — 7 : 1. Дипирамидальный кварц (параморфозы  $\beta$ -кварца) встречается почти везде в

кварцевых порфирах в виде крупных, но всегда мутных кристаллов, совершенно непохожих на описанные.

Флюорит в собственно рудной массе впервые обнаружен нами в 1948 г. Он представлен неравномерно окрашенной разностью с преобладающим фиолетовым и фиолетово-серым оттенками. В более или менее крупных кусках полупрозрачен. Встречается исключительно в пустотах руд губчатой текстуры. Прежними авторами он, повидимому, был принят за кальцит, поскольку почти всеми отмечалось наличие кальцита в пустотах руд. Тщательный осмотр многочисленных штуфов показал во всех случаях отсутствие кальцита, а полупрозрачный минерал с совершенной спайностью, заполняющий пустоты пирита, оказался флюоритом. Нередко он заполняет трещины в мелкозернистом пирите. Размеры отдельных флюоритовых включений достигают 5×2 см. Иммерсионным методом был определен коэффициент преломления  $N = 1,432$ . Удельный вес его — 3,20.

Химический анализ дал следующие результаты (в %):

Ca	— 51,00
F	— 48,70
Mg	— 0,09
Cl	— нет

Флюорит микроскопически был обнаружен и во вмещающих кварцитах. К. И. Филиппов и др. [31] отмечают наличие ксеноморфных выделений флюорита между зёрнами кварца и в виде хорошо образованных октаэдров — в серицит-хлоритовой массе. Ассоциация флюорита с пиритовой рудой и минералами-новообразованиями в околорудных породах не оставляет сомнения в его гидротермальном происхождении.

Барит является вторым после пирита минералом данной рудной провинции, образующим многочисленные, почти мономинеральные жилы промышленного значения. Здесь барит рассматривается лишь как второ-

степенный минерал собственно колчеданных месторождений. Барит в Чирагидзорском и Тоганалинском месторождениях не образует сколько-нибудь крупных скоплений. Он встречается лишь в виде прожилков как в рудном теле, так и во вмещающих породах. Значительно чаще небольшие скопления барита наблюдаются в верхних горизонтах подземных выработок в Чирагидзоре, а также в Тоганалах. В забое штольни 5-го штока нами обнаружены две параллельные прожилки барита (мощностью не более 1 см) в сильно пиритизированном кварците. Подобные же жилки встречаются и в других местах подземных выработок, главным образом, в пиритизированных боковых породах. Барит сопровождает сульфиды в полиметаллической линзе, выделяясь после всех сульфидов, за исключением галенита, с которым он синхроничен.

Маломощные жилы барита представлены пластинчатыми или мелкозернистыми агрегатами. Парагенезис его определяется в полиметаллической жиле сульфидами, в собственно баритовых жилах — кварцем и кальцитом.

Алуни т. К. И. Филиппов [31] в Чирагидзорском месторождении по трещинкам и плоскостям скольжения в измененных кварцевых порфирах отмечает алунит в виде плотных агрегатов белого цвета с восковым блеском.

## СУПЕРГЕННЫЕ МИНЕРАЛЫ

### ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ О ЗОНЕ ОКИСЛЕНИЯ

Зона окисления в изученной минеральной формации имеет вообще слабое развитие: в ряде месторождений (Тоганалы) и проявлений серноколчеданных руд почти полностью отсутствуют сколько-нибудь заметные скопления продуктов окисления первичных руд, если не считать обохренных пород с вкрапленниками пирита. Пересеченность рельефа в тех участках, где обнажаются рудные тела, привела к сносу продуктов окисления. В других местах, где рудные тела скрыты под покровными породами, слабое развитие зоны окисления объясняется малой проницаемостью пород и их мощностью. По существу, зона окисления достигает заметной мощности и представлена сравнительно большим числом минералов лишь в Чирагидзорском месторождении. Этому, вероятно, до некоторой степени способствовало и наличие многочисленных горных выработок. В последнем месторождении зона окисления характеризуется некоторыми особенностями.

Продукты окисления руд, хотя и встречаются на сравнительно больших глубинах (до 45 м), связаны только с разбитыми участками и трещинами в породах. Поэтому нижняя граница зоны развития окисленных продуктов определяется глубиной проникновения поверхностных вод, что, в свою очередь, зависит от степени трещиноватости отдельных участков покровных пород, особенно — их разбитости тектоническими разломами, переходящими далее в рудные штоки. Это обстоятельство делает нижнюю границу зоны окисления неровной по вертикали, а также приводит к неравномерному распределению продуктов окисления по площади, ограничивая их преимущественное накопление пределами раздробленных зон.

Супергенные минералы в порядке их количественного распространения приводятся в таблице 11.

Минералы группы лимонита получили большое развитие в зоне окисления лишь Чирагидзорского месторождения. Глубина этой зоны местами доходит до 45 м. Продукты окисления руды занимают верхние части штоков. Особенно часты они, причем в сравнительно боль-

ших концентрациях, в выступающих на поверхность участках рудных тел («железные шляпы»). Макроскопическое и микроскопическое изучение, а также химические анализы этих продуктов показывают их однообразие, что вполне соответствует почти мономинеральному составу руд. Эти образования представлены различного состава сульфатами и гидроокислами железа. Первые образуются как начальные продукты окисления и в дальнейшем превращаются в гидроокислы. В зависимости от глубины зоны окисления и степени вентилируемости подземных выработок сульфаты железа превращаются в различные минеральные виды. В то время как для поверхности и верхних частей зоны окисления характерны минералы  $Fe^{+3}$ , в глубоких зонах развиваются почти исключительно соединения  $Fe^{+2}$ ,

Таблица 11

Главные	Спорадические редкие	Спорадические весьма редкие
Бурые железняки Каолин	Гипс Мелангерит Ярозит	Халькозин Ковеллин Опал Куприт Малахит Азурит Кальцит Халькантит Фиброферрит Кокимбит Самородная медь сера

Гидроокислы железа в месторождении образуют небольшие концентрации или на поверхности или же в трещинах отдельности пород и разбитых участках.

Конечные продукты окисления пиритовых руд представлены железняками яркочерного и бурого цвета. Большой частью они представляют собой рыхлую землистую массу. В случае совместного накопления бурых железняков и каолинового материала получают пластические плотные массы бурого и темнубурого цвета. На поверхности трещин в верхних горизонтах выработок, в виде налетов и заполнения трещин, встречается тонкоотмученный влажный и рыхлый продукт темнубурого и охряно-желтого цвета — повидимому, переотложенный материал. Редко встречаются отдельные ячеистые куски бурого железняка.

Микроскопическое изучение показывает большую однородность бурожелезняковых образований. Большинство их почти целиком состоит из гидроокислов железа с небольшой примесью каолино-кварцевой массы. В некоторых образцах преобладает каолин. В других обнаруживаются зерна пирита, иногда с плотно сидящим на них налетом гидроокислов.

Химические анализы трех наиболее характерных образцов бурых железняков приводятся в таблице 12.

Привлекает внимание заметное количество остаточного серебра и особенно — мышьяка по сравнению с ничтожным содержанием их в первичных рудах. Как показывают анализы, пробы I и отчасти III являются каолинистыми.

Отношение  $Fe_2O_3 : H_2O$ , если учесть наличие в пробах (I и III) каолина, указывает на лимонитовую природу бурых железняков Чирагидзорского месторождения.

Что же касается других месторождений и проявлений серноколчеданных руд, то в них гидроокислы железа встречаются в виде спорадических пятен, налетов на рудах и заполняют очень небольшие трещинки в породах. Как было указано выше, это объясняется в основном пересеченностью рельефа, способствующей сильному размыву продуктов окисления руд.

Таблица 12

Образцы Составные части	Образцы		
	I	II	III
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32,87	82,38	73,43
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23,98	1,05	5,84
CaO	0,15	0,39	1,31
MgO	0,00	0,00	0,00
SiO <sub>2</sub>	28,31	1,31	1,31
H <sub>2</sub> O	13,49	13,41	10,11
Cu	0,03	0,01	0,00
Au	—	—	—
Ag	1,5 · 10 <sup>-4</sup>	1,7 · 10 <sup>-4</sup>	—
Pb	0,00	0,00	0,00
Zn	0,00	0,00	0,00
As	0,42	0,21	0,27
S	0,29	0,15	0,85
Сумма	100,04	99,01	100,12

I — тесно связанный с каолином бурый железняк темнубурого цвета из участка старого штока (трещина в боковых породах); II — охряно-желтого цвета бурый железняк из устья штольни штока № 5 («железная шляпа»); III — темнубурого цвета бурый железняк из «железной шляпы».

Малахит и азурит ни в одном месторождении не дают сколько-нибудь заметных скоплений. Они встречаются лишь на поверхности обнаженных рудных участков в виде неравномерно разбросанных пятен. В Чирагидзорском месторождении, особенно в верхних горизонтах подземных выработок, спорадические налеты обоих вторичных карбонатов меди развиваются по жилкам и вкрапленникам халькопирита в пирите. В зоне окисления эти минералы встречаются только в подземных выработках в виде тонких налетов на трещинах отдельности.

Кальцит — в небольшом количестве, часто микроскопически, встречается только в измененных боковых и дайковых породах — кварцевых порфирах, порфиритах, развиваясь по полевому шпату указанных пород, главным образом, в супергенных условиях.

Мелантерит — в виде различной величины сталагмитов и сталагмитов, толстых кристаллических корок и натеков встречается только в подземных выработках, особенно на стенках камерных выемок Чирагидзорского месторождения. Крупные кристаллические тела, продолжающие расти и в настоящее время за счет весьма медленно просачивающихся из верхних горизонтов растворов, выстилают стенки большой камерной выемки. Кроме того, кристаллический мелантерит встречается и в других участках подземных выработок в виде прожилков извилистой формы, небольших корок и натеков как в пиритовой руде, так и на рудомещающих породах. В крупных кусках он бутылочно-зеленого, а в мелких кристаллах — голубовато-зеленого цвета. Удельный вес — 1,895, показатель преломления  $N = 1,479$ . Химический анализ двух проб показал результаты, почти полностью совпадающие с теоретическим составом ме-

лантерита ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), если не принимать во внимание небольшого содержания меди (переход к пизаниту; табл. 13).

Таблица 13

Компоненты	Образец № 38			Образец № 38а		
	содерж. в %	мол. кол.	мол. отношен.	содерж. в %	мол. кол.	мол. отношен.
FeO	24,61	0,3449	} 1,00	24,38	0,3446	} 1,00
CuO	0,84	0,0105		0,93	0,0109	
PbO	не обнар.	—	—	не обнар.	—	—
MgO	"	—	—	"	—	—
ZnO	"	—	—	"	—	—
CaO	"	—	—	"	—	—
SO <sub>3</sub>	28,52	0,3563	1,00	28,59	0,3572	1,00
H <sub>2</sub> O	45,12	2,505	7,03	45,19	2,509	7,06
Сумма	99,19	—	—	99,09	—	—

Фиброферрит. В подземных выработках местами на мелантерите образуется серовато-белая, местами голубоватая корка, состоящая из параллельно расположенных удлинённых игольчатых кристаллов с шелковистым блеском. Размеры кристаллов по удлинению достигают 1—1,5 см. В эти образования переходят все мелантериты в тех местах, где приток растворов сернокислого железа прекратился. Исходя из известных в литературе указаний о волокнистой разновидности мелантерита и известного факта о быстрой дегидратации и окисляемости минерала, мы вначале приняли обнаруженное нами волокнистое образование за разновидность мелантерита или за продукт его выветривания. Но близкое изучение показало, что это образование представляет собой не что иное, как фиброферрит, развивающийся, несомненно, по мелантериту. Удельный вес его оказался 1,87, показатель преломления  $N = 1,539$ . Химические анализы трех проб, взятых из различных участков, приведены в таблице 14. В этих образцах никаких следов минералов группы лимонита не обнаружено.

Таблица 14

Компоненты	Образец № 39			Обр. № 39а	Обр. № 39б
	содерж. в %	мол. кол.	мол. отношен.	содерж. в %	содерж. в %
FeO	—	—	—	4,21	7,91
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	29,97	1877	1,00	17,69	12,23
Cu	следы	—	—	следы	следы
H <sub>2</sub> O	33,34	1851	9,32	38,07	41,45
SO <sub>3</sub>	34,45	4303	2,29	30,56	33,92
Нераств. ост.	1,21	—	—	1,08	1,69
Сумма	99,74	—	—	99,61	99,20

На основании анализа образца № 29 химический состав рассматриваемого продукта, изменения мелантерита может быть представлен формулой  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2,3 \text{SO}_3 \cdot 9,3 \text{H}_2\text{O}$  при теоретическом составе минерала  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SO}_3 \cdot (9-10) \text{H}_2\text{O}$ .

В данном месторождении фиброферрит образуется за счет мелантерита. Это доказывается не только условиями и формами его проявления, но и нахождением микроскопически мелких остатков мелантерита внутри пучка иголок фиброферрита (именно этим объясняется обнаруживаемая анализами закись железа в двух образцах — № 39а и 39б).

Хальканти́т спорадически и в виде очень небольших скоплений встречается лишь на стенках подземных выработок Чирагидзорского месторождения. Развивается он по жилкам и вкраплениям халькопирита.

Кокемби́т нередко и в заметных количествах встречается только на поверхности. В подземных выработках нигде не встречен. Развивается в виде мелкопочковидной корки непосредственно на пирите. Таким образом, он является продуктом окисления пирита в условиях поверхности. Однако ввиду хорошей растворимости в воде более или менее значительные скопления его в виде натеков причудливых форм остаются лишь в защищенных местах — на кровле и стенках штолен близ устья. Минерал серножелтого цвета, состоит из мелких кристаллических зерен. Удельный вес — 2,07, показатель преломления  $n_D = 1,549$ . Химический анализ одного образца дал следующие результаты (табл. 15).

Таблица 15

Компоненты	Содерж. в %	Мол. кол.	Мол. отнош.
FeO	1,86	0,0259	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25,05	0,1570	1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,40	—	—
CuO	0,00	—	—
SO <sub>3</sub>	39,64	0,4951	3,16
H <sub>2</sub> O	29,30	1,6260	10,36
Нераствор. ост.	3,38	—	—
Сумма	99,63	—	—

Небольшой избыток SO<sub>3</sub> и H<sub>2</sub>O, повидимому, связан с мелантеритом. Если FeO пересчитать на молекулу FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, то окажется, что молекулярные соотношения Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:SO<sub>3</sub>:H<sub>2</sub>O = 1:2,98:9,2 почти точно соответствуют теоретическим (1:3:9). Это дает основание написать следующую формулу: Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O.

Халькози́н — редко встречающийся в Чирагидзорском месторождении минерал. Обнаруживается в виде тончайших жилок в борните и халькопирите, за счет которых он образуется.

Ковелли́н, как и предыдущий минерал, не получил сколько-нибудь заметного развития, хотя встречается значительно чаще, чем халькозин.

Ковеллин обнаруживается микроскопически в виде тонких налетов на халькопирите, редко и на пирите. В виде микроскопически тонких прожилок и каемок он развивается по халькопириту и борниту. Иногда он сетью тонких жилок пересекает зерна борнита и галенита в рудах полиметаллической жилы. По литературным данным [20], ковеллин сопровождает борнит, встречающийся в виде сплошных масс.

Купри́т. К. Н. Паффенгольц, ссылаясь на Л. К. Конюшевского, указывает на нахождение куприта в Чирагидзорском месторождении в виде примазок совместно с мелкими дендритами самородной меди в контакте дайки порфирита с кварцитами.

Опал. Согласно указанию тех же авторов, в аналогичных условиях обнаружено выделение опала.

Гипс—часто встречающийся минерал, главным образом, в Чирагидзорском месторождении. В большинстве случаев развивается по трещинкам и плоскостям скольжения рудовмещающих пород. В этих случаях он встречается в виде маломощных жил или линзочек (штольня № 8 в кварцевом порфире). Встречены и небольшие гнезда гипса—как в боковых породах, так и, особенно, в сильно каолинизированных участках последних. Такие гнезда гипса отмечались, например, в пределах «Четвертого» штока. Мелкие включения гипса отмечаются в пустотах руд губчатой текстуры, обычно локализованных в контактовых участках.

Гипс представлен в основном мелкозернистой разностью (алебастр) бледнорозового цвета; редко в виде жилок встречается тонковолокнистый гипс того же цвета. Как макроскопически, так и микроскопически он довольно однороден. В редких случаях наблюдаются включения зерен пирита неправильной формы.

Мы склонны считать гипс поздним образованием, связанным с процессом супергенной каолинизации кварцевых порфиров под действием серноокислых растворов. Гипс образуется за счет полевых шпатов. Приуроченность заметных скоплений гипса к участкам наибольшей каолинизации, заполнение им пустот в пиритах губчатой текстуры (преимущественно в зальбандовых участках), а также нахождение на плоскостях послерудных скольжений позволяют приписать ему позднее происхождение. Это объяснение подтверждается наблюдениями в других участках проявления серных колчеданов, где корки и выцветы гипса встречаются на пиритосных породах, подвергшихся супергенному выветриванию при участии пирита. В зоне окисления ряда колчеданных месторождений гипс составляет основную массу целой подзоны.

Наиболее ярким примером таких месторождений является детально изученное Т. Н. Шадлун [33] месторождение Блява на Южном Урале.

Тот же гипергенный гипс, генетически тесно связанный с процессом каолинизации, при участии продуктов окисления пирита широко распространен и в других участках описываемого района.

Ярозит очень часто встречается в виде налетов на выступающих на поверхность пиритосных породах, особенно на стенках трещин в них. Больших скоплений он не образует. Заметное развитие ярозит получил на участке Кызылархачского проявления, где заполняет трещины в породах.

Таблица 16

Компоненты	Содерж. в %	Мол. кол.	Мол. соотнош.
Na <sub>2</sub> O	4,56	0,0735	0,138
K <sub>2</sub> O	6,13	0,0650	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,60	0,0010	0,299
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	46,89	0,2930	
SO <sub>3</sub>	30,68	0,3830	2,78
SeO <sub>3</sub>	0,002	0,0000	—
SiO <sub>2</sub>	0,90	—	—
Cu, Pb, Ag, Zn	не обнаруж.	—	—
H <sub>2</sub> O	10,33	0,5734	4,10
Сумма	100,09	—	—

Анализ образца, взятого из Кызылархачского проявления пиритовых руд, приведен в таблице 16.

Медь самородная — спорадически и в очень незначительных количествах в виде небольших ветвистых образований отмечается в участках, благоприятных для циркуляции поверхностных вод — на стенках трещин во вмещающих породах, иногда и в рудах. Л. Н. Конюшевским [15] отмечены мелкие дендриты самородной меди с примазкой куприта в контакте сильно разрушенной порфиритовой дайки с кварцитами в штреке от главной штольни Чирагидзорского месторождения.

Ни в одном шлифе из штуфов первичных руд самородная медь не констатирована.

Сера самородная. Л. Н. Конюшевский указывает на нахождение самородной серы в Чирагидзорском месторождении. Нашими исследованиями она не обнаружена. Возможно, что за серу были приняты желтые сульфаты железа.

### ИЗМЕНЕНИЯ И МИНЕРАЛЫ РУДОВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД

В участках серноколчеданного оруденения, как и в других районах Малого Кавказа с гипогенной минерализацией, выдающееся развитие получили окварцевание и каолинизация, сравнительно меньше — алунитизация и пирофиллитизация рудовмещающих пород. Отмечаются все вариации в степени окварцевания кварцевых порфиров — от почти мономинерального сливного или тонкозернистого кварцита до сравнительно слабо затронутых силицификацией разностей пород. Минералогический состав последних складывается из двух генераций кварца и значительного количества каолина, в меньшей степени серицита, хлорита и лишь в отдельных случаях — из пирофиллита. Процессы метаморфизма охватили в основном толщу кварцевых порфиров. Метаморфизм порфиритов выражается в основном в некоторой каолинизации.

Данные буровых скважин в Тоганалинском месторождении показывают, что более или менее интенсивное окварцевание характерно лишь для верхней части кварц-порфировой толщи. С глубиной метаморфизм ослабевает и наблюдаются обычные для всей толщи названных пород каолинизированные разности. Ассоциированность всех промышленных рудных скоплений и кварцитов в одних и тех же геолого-тектонических условиях косвенно указывает на один и тот же источник минерализующих агентов. Этому, повидимому, не должно помешать отсутствие рудных проявлений в некоторых участках развития вторичных кварцитов, поскольку речь идет об одних и тех же источниках минерализации, а не о синхроничных процессах. Окварцевание, безусловно, предшествовало рудоотложению. Это видно отчасти из уже описанных нами текстурных разностей пиритовых руд. Но окварцевание продолжалось и позже, во время отложения руд, за счет привноса  $\text{SiO}_2$  гидротермами (руды, в которых цемент представлен кварцем). Но мы должны при этом отметить, что интенсивность позднего окварцевания очень невелика. Доказательством этого может служить, например, контакт рудных масс в Чирагидзорском месторождении с очень слабо силицифицированными и редко почти не окварцованными, хотя сильно каолинизированными кварцевыми порфирами. Больше того, внутри рудных штоков встречаются лишь каолинизированные «ксенолиты» кварц-порфириновых пород. Таким образом, отложение сульфидов застало значительную массу рудовмещающих пород в окварцованном состоянии и само в очень слабой степени углубило этот процесс.

Как видно из всего изложенного, все геохимические явления с большой интенсивностью разыгрались преимущественно в верхней части толщи кварцевых порфиров. Интенсивность метаморфизма и оруденения кварцевых порфиров, помимо всего, объясняется петрографически более бла-

гоприятной природой, а также механическими особенностями кварцевых порфиров.

Широкие исследования Н. И. Наковника [18] показали, что метасоматическому изменению с образованием окварцованных продуктов чаще всего подвергаются кислые вулканические породы. Именно кварцевые порфиры отличаются высокой кислотностью по сравнению с порфиритами — они содержат 73,16%  $\text{SiO}_2$  против 58,96% в порфиритах [2].

Кварцевые порфиры способны к избирательной минерализации. Кварц-порфировая толща, особенно в верхней своей части, оказалась раздробленной, что благоприятствовало метасоматизму как в сравнительно ранней стадии деятельности гидротерм, так и в стадии поздней сульфидной минерализации.

Раздробленность кварцевых порфиров, повидимому, должна быть объяснена значительным развитием (около 50%) высокотемпературного  $\beta$ -кварца, который при охлаждении породы ниже температуры инверсии дал  $\alpha$ -кварц. Этот переход, как известно [29], сопровождается резким сокращением объема, что способствует образованию трещин в породе. Действительно, так называемые фенокристаллы первичного кварца в кварцевых порфирах обнаруживают большую трещиноватость.

Эти породы в последней стадии формирования каолинизированы путем аутометаморфизма. Вследствие указанных явлений верхняя часть кварц-порфировой толщи оказалась благоприятной средой для циркуляции гидротерм и метасоматической минерализации.

Первичные минералы рудовмещающих пород представлены в основном кварцем и плагиоклазами (№ 33—42), в большинстве случаев с преобладанием кварца над плагиоклазами. Другие минералы — ортоклаз, роговая обманка (не во всех разностях) и биотит во всех случаях присутствуют в очень незначительных количествах.

Однообразие минералогического состава рудовмещающих пород и общий характер гипогенных факторов привели к однотипному изменению их. В участках с интенсивной сульфидной минерализацией, наряду с окварцеванием и каолинизацией, наблюдаются процессы хлоритизации, серицитизации и лишь местами — пиррофиллитизации.

Общий список минералов-новообразований в рудовмещающих породах приводится в таблице 17.

Таблица 17

Минералы	Типичные	Спорадические
Главные	Кварц Каолин	
Второстепенные	Серицит Хлорит	Пиррофиллит Флюорит Топаз Зуниит Алуниит

Из указанных в таблице минералов кратко остановимся на тех, которые позволяют судить о последовательности в изменении рудовмещающих пород и о природе флюидов, производивших эти изменения.

Приведенный список минералов, включая и спорадически встречаемые, весьма характерен для так называемых вторичных кварцитов.

Кварц, как один из главных минералов рудной массы, представлен тремя генерациями. Первые две генерации составляют основную массу рудовмещающих кварцитов. Первую генерацию составляют идиоморфные, хотя в той или другой степени корродированные кристаллы бипирамидальной формы. Вторая генерация ксеноморфна по отношению к первой. Обе генерации формировались в стадии гидротермального метаморфизма кварцевых порфиров. Третья генерация, развитая в рудной массе, связана с рудоотложением и заполняет трещины в предыдущих генерациях.

Повидимому, эту генерацию следует отнести к поздней фазе сульфидной минерализации. В ряде случаев минералогический состав кварцитов складывается только из кварца различных генераций. Но в большинстве случаев к кварцу присоединяются каолин, серицит и хлорит, небольшие скопления пластинок и чешуек которых располагаются между зернами кварца. Нередко каолин отдельно и вместе с серицитом образует более или менее обособленные участки, точно так же, как серицит и хлорит, местами обособляясь, образуют серицит-хлоритовую массу. В последней встречались гнезда пирита [31]. Хлорит относится к пеннину.

**Пиропиллит.** Более близкое изучение серицит-хлоритовой массы показало присутствие в ней тонких и золотисто-желтых нежных чешуек пиропиллита. По нашим наблюдениям, пиропиллит в довольно заметных количествах отдельными маленькими гнездами встречается в кварцитах. Он, повидимому, до сих пор принимался за каолин. Скопления его встречаются и на поверхности в Чирагидзорском месторождении.

Ниже приводится анализ (табл. 18) и термограмма образца пиропиллита, взятого из обнаженной части кварцитов в Чирагидзорском месторождении. Образец представлял собой плотного сложения мелкочешуйчатую, жирную наощупь массу с многочисленными неправильной формы зернами кварца. Массу по тончайшим трещинам пронизывают гидроокислы железа. Показатель преломления (иммерсионный метод) вполне соответствует пиропиллиту —  $N_m = 1,583$ , это подтверждается химическим анализом и термограммой (рис. 12).

Таблица 18

Окислы	Содерж в %	Мол. кол.	Отношен. мол. кол.
SiO <sub>2</sub>	68,56	1,1420	4,30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27,09	0,2651	1,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,13	—	—
CaO	следи	—	—
MgO	следи	—	—
Na <sub>2</sub> O	0,11	—	—
K <sub>2</sub> O	нет	—	—
H <sub>2</sub> O <sub>-110°</sub>	0,26	—	—
H <sub>2</sub> O <sub>+110°</sub>	4,78	0,2652	1,00
Сумма	100,93	—	—
Уд. вес	2,73	—	—

Некоторый избыток SiO<sub>2</sub> в анализе объясняется примесью кварца.

Данные синтетических опытов В. Нолля [19] показали, что пиропиллит образуется из смеси SiO<sub>2</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> при 400° С. Смесь указанных окислов до 300° дает каолинит. Более ранние данные Шварца и Трогезера [34] говорят о том, что при разложении полевых шпатов кислотами при температурах выше 400° С всегда получается пиропиллит, а ниже этой температуры — каолинит.

Интересно, что небольшие колебания температуры около  $400^{\circ}\text{C}$  в ту или другую сторону приводят к появлению каолинита и пирофиллита рядом. Особенно важно отметить, что оба минерала возникают только в кислой среде.

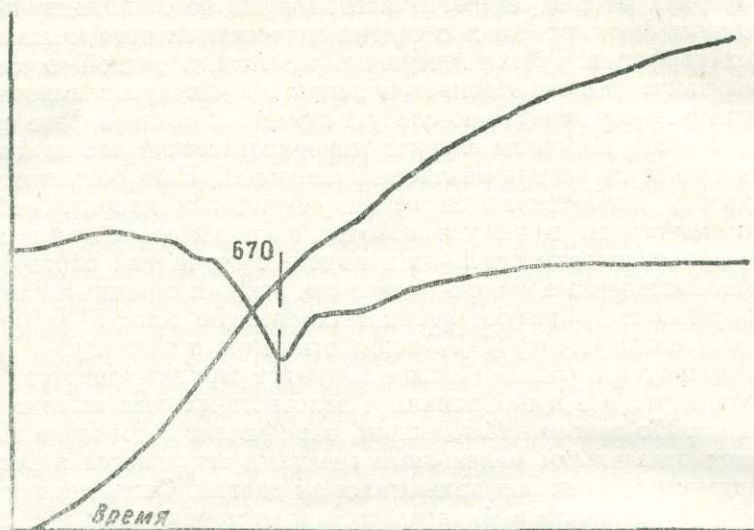


Рис. 12. Термограмма пирофиллита

Зуниит известен по многочисленным литературным данным, как характерный минерал для вторичных кварцитов и околорудных измененных пород некоторых колчеданных месторождений. В известном смысле его можно считать типоморфным минералом. Он встречается в высокотемпературной ассоциации минералов и, что особенно важно, его формирование происходит в кислой или повышенной кислой среде.

Если к тому же учесть образование зуниита при участии летучих, то ясно, что по нему можно судить о минералообразовательных процессах, а также о природе флюидов.

Зуниит в околорудных породах Чирагидзора описан И. Гоньшаковой [11], по данным которой зуниитсодержащие породы представлены измененными кварцевыми (кварц-порфировыми) породами зальбандовых участков рудных залежей. В этих участках, как неоднократно отмечалось выше, минералогический состав пород довольно типичен: кварц первой (фенокристаллы) и поздней генерации, серицит, хлорит, пирит. Эта ассоциация дополняется аксессуарами — зуниитом, рутилом и, по утверждению И. Гоньшаковой, в единичных случаях топазом, корундом и апатитом. В этой же ассоциации встречается флюорит, иногда в виде макроскопически легко обнаруживаемых октаэдрического облика кристаллов. Характерно замещение агрегата мелких кристаллов зуниита серицитом и хлоритом. Зуниит в этих породах образовался метасоматическим путем, за счет действия гипогенных агентов на полевошпатовые компоненты пород.

Приведенный краткий обзор минералов околорудных изменений и парагенетические взаимоотношения позволяют представить последовательность метасоматического изменения рудовмещающих пород в следующем виде:

1) Каолинизация, серицитизация и отчасти хлоритизация рудовмещающих кварцевых порфиров в последней стадии их формирования аутометаморфическим путем.

МИНЕРАЛЫ		Чирчик-Возрожденное м-ние	Тоганликское м-ние	Башкирский участок	Генгельский участок	Каркуталинск. участок	Товларинск. участок	Янлыкский участок	Голыстанск. участок	Арвадзор	Шорджур	Меддинджур	Хинликджур	Котульское м-ние
САМОРОДНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ	Золото (?)	○	○	○	○									
	Серебро (?)	○												
	Медь	○												
	Сера (?)	○												
СУЛЬФИДЫ	Сфалерит	○	○	○	○				○					
	Галенит	○	○	○										
	Пирротин	○		○										
	Пирит	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Халькозин	○												
	Ковелин	○	○							○				
СУЛЬФОСОЛИ	Борнит	○	○						○	○				
	Халькопирит	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Теннантит (?)	○												
	Тетраэдрит	○	○											
ОКИСЛЫ	Кварц	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Гематит		○											
	Куприт	○												
	Опал	○												
	Лимонит	○												
ГЛАЗУРИТЫ	Флюорит	○												
КАРБОНАТЫ	Кальцит	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Язурит	○												
	Малахит	○							○					
СУЛЬФАТЫ	Барит	○	○	○				○						
	Алунит	○												
	Гипс	○												
	Мелантерит	○												
	Кокембит	○												
	Фиброферрит	○												
	Ярозит	○							○					
СИЛИКАТЫ	Каолин	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Хлорит	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Серицит	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Пирофиллит	○												
	Эцинит	○												
	Топаз	○												

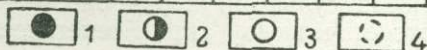


Рис. 13. Сравнительный минералогический состав месторождений серноколчеданного поля.

1—главные минералы; 2—второстепенные, но повсеместно встречаемые минералы; 3—второстепенные спорадически встречаемые минералы; 4—минералы-примеси

2) Окварцевание тех же пород в раздробленных участках высокотемпературными кислыми гидротермами, носителями летучих (F). При этом происходит интенсивная каолинизация, при которой выделившаяся  $SiO_2$  производит окварцевание. В наиболее высокотемпературных фазах этого процесса образуется пиррофиллит; формируются ассоциации — зунит, корунд — топаз, флюорит, а в самую позднюю фазу — алунит. Весь этот комплекс минералов формировался в кислой среде.

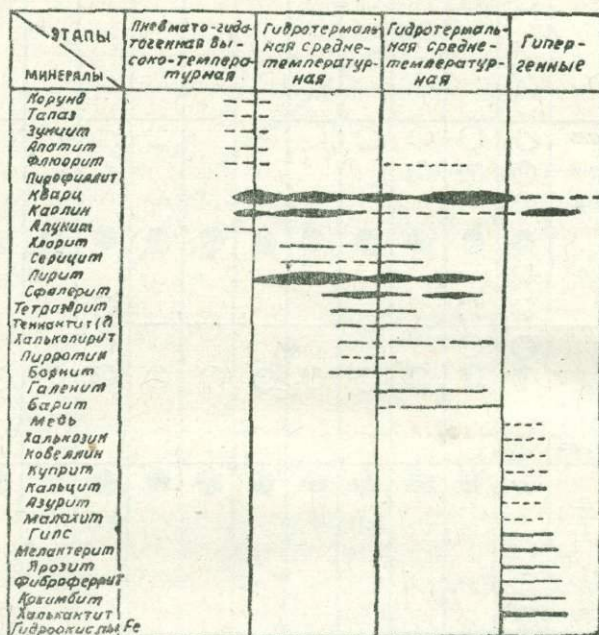


Рис. 14. Сводная парагенетическая диаграмма серноколчеданного рудного поля

3) Дальнейшее изменение пород — серицитизация—хлоритизация, с образованием хлорита (пеннина) и серицита происходит значительно позже, одновременно с рудоотложением.

Приведенный материал позволяет нарисовать картину последовательности минералообразования.

На рис. 13 дается сравнительный минералогический состав всех изученных месторождений и проявлений серноколчеданного оруденения. Соответствующими значками на рисунке указывается степень количественного развития («интенсивность», по акад. С. С. Смирнову [26], минералов).

Сравнительное изучение минералогического состава отдельных месторождений и рудопроявлений, парагенетические взаимоотношения минералов и характер околорудных изменений позволяют изобразить последовательность кристаллизации минералов и их парагенетические соотношения в виде геохимической диаграммы (рис. 14).

При составлении диаграммы учтены следующие моменты в развитии последовательно идущих процессов. Все проявления и месторождения серноколчеданных сульфидных руд рассматриваются как результат одного металлогенетического акта, генетически связанного с деятельностью кварцпорфировой магмы.

Первые порции флюидов произвели сильный метаморфизм кварцевых порфиров—окварцевание и каолинизацию. В этой стадии формировались, кроме кварца и каолина, пиррофиллит, зунит, топаз, корунд и.

возможно, флюорит (первая генерация). В этом процессе роль летучих, кроме паров воды, ограничена, что видно из крайне слабого развития фторсодержащих минералов. Вместе с тем, эти минералы указывают на высокую температуру образования этой ассоциации минералов. Состав ассоциации одновременно свидетельствует о кислom характере флюидов.

Вслед за этим, возможно, при очередных проявлениях растягивающих усилий, местами происходило приоткрытие трещин и образование полостей, заполненных во второй стадии гидротермального процесса рудным материалом. Во всех месторождениях первым выделялся пирит. Однако кристаллизация его с перерывами продолжалась и позже. В общем пирит формировался в трех генерациях. Причем две из них образовались до кристаллизации всех остальных сульфидов, а последняя — позже всех гипогенных минералов, за исключением барита. За пиритом следовали сфалерит, тетраэдрит, халькопирит, борнит. В последующей стадии в Чирагидзорском месторождении отложился минеральный комплекс полиметаллической жилы — линзы, где вышеприведенная ассоциация при совершенно других количественных соотношениях минералов дополняется галенитом. Этот минерал следовал за халькопиритом и борнитом, но предшествовал халькопириту второй генерации и позднему пириту. Кварц сопровождал пирит во всех его генерациях. Основная масса хлорита и серицита образовалась, по видимому, в процессе отложения руд. Барит совместно с кварцем и кальцитом самой поздней генерации завершает гипогенный процесс. Барит появляется в конечных стадиях гидротермального процесса. Самое крупное его скопление, обособленное в виде мощных баритовых жил, относится к низкотемпературной самостоятельной фазе рудоотложения. Тектонические усилия продолжались и после формирования колчеданных месторождений, что видно из ряда послерудных разломов, наблюдаемых, например, в Чирагидзорском месторождении в виде сбросов и сдвигов.

### ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

В гипогенном минеральном комплексе рассматриваемой формации установлено наличие следующих 25 элементов:

Литофильные — F, Na, Mg, Al, K, Ca, Ba.

Халькофильные — S, Fe, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Ag, Au, Sb, Cd, Te, Hg, Tl, Pb, Bi.

Сидерофильные — Co, Ni.

Указанные элементы по их количественному распространению и форме нахождения могут быть разбиты на следующие группы:

I. Элементы, представленные в своих собственных минералах: S, Fe, Cu, Zn, Pb, Sb, Ba, Si, Al, F, Ca, Na, K. Эти элементы, в свою очередь, делятся на две группы:

а) ведущие элементы, определяющие реальную и потенциальную промышленную ценность формации  $Fe^+$  и  $S^{-2}$  — в серном колчедане, S — в кварците, Al — в каолинах — пиррофиллите и др.);

б) второстепенные элементы, известные концентрации которых не представляют пока практического интереса (Cu — в халькопирите, тетраэдрите и вторичных минералах меди, Zn — в сфалерите, Pb — в галените, F — в флюорите, зуните, топазе, Sl — в тетраэдрите).

II. Элементы, встречаемые в виде изоморфных примесей в других минералах или в неизвестных формах. Из них, несомненно, практическую ценность представляет Se, отчасти, может быть, Te, получение которых должно быть организовано на базе отходов промышленной переработки колчеданов.

Таблица 19

Элементы	Серноколчеданные руды				Полиметаллические руды Чирагидзора	
	Чирагидзор		Тоганалы		среднее содерж. в %	кларк конц.
	среднее содерж. в %	кларк конц.	среднее содерж. в %	кларк конц.		
Ag	$4,0 \cdot 10^{-4}$	40	$2,15 \cdot 10^{-4}$	21,5	$1,73 \cdot 10^{-2}$	173,0
Au	$1,9 \cdot 10^{-5}$	38	$1 \cdot 10^{-5}$	18	$5 \cdot 10^{-4}$	1000
Cu	0,12	12	0,32	32	основн. компонент	
Zn	0,01	2	0,01	2	"	"
Pb	0,01	6	0,01	6	"	"
Co	0,001	0,25	0,002	0,50	"	"
Se	0,003	50	0,002	32	—	—
Te	0,00015	150	0,00075	75	0,002	32
As	0,07	140	0,07	140	0,003	3000
Sb	0,00	—	0,00	—	1,2	2500
Hg	$2,2 \cdot 10^{-4}$ *	328	—	—	основн. компонент	
					$1 \cdot 10^{-2}$ **	70000

\* По данным А. А. Саукова, в пирите

\*\* По данным А. А. Саукова, в тетраэдрите

Таблица 20

Сводная таблица спектральных анализов минералов серноколчеданной формации

Элементы	Минералы							
	Сфалерит	Галенит	Пирит (Чирагидзор) № 17	Пирит (Чирагидзор) № 101	Пирит (Тоганалы) № 150	Пирит (Чолпан)	Халькопирит (Чирагидзор)	Тетраэдрит
As	++	~0,02	—	—	—	—	+	×
Sb	++	—	—	—	—	—	—	×
Pb	+++	×	+	+	+	—	—	+
Sn	0,001	—	—	—	—	—	—	—
Cu	++	+++	++	++	++	+	×	×
Ag	++	+++	—	—	—	—	+	++
Zn	+++	—	+	—	+	—	—	++
Cd	++	—	—	—	—	—	—	—
Co	++	~0,01	—	—	—	0,01%	+	—
Ni	+	—	—	—	—	—	—	—
Mo	—	—	—	—	—	—	—	—
Bi	—	+	+	+	+	—	—	—
Jn	—	—	—	—	—	—	—	—
Ge	~0,1	—	—	—	—	—	—	~0,01
W	—	—	—	—	—	—	—	—
Ga	~0,001	—	—	—	—	—	—	—
Te	—	—	—	—	—	—	—	—
Ba	—	+	—	—	—	+	—	—
Sr	—	—	—	—	—	—	—	—
Mn	+	—	—	—	—	—	—	—
Fe	+	—	×	×	×	×	×	×

× очень сильные линии  
 +++ сильные линии  
 ++ средние линии  
 + слабые и очень слабые линии  
 — отсутствие линий

Спектральными и химическими анализами установлено отсутствие указанных ниже элементов в рудах (в скобках указываются цифры, выше которых элементы не обнаружены):

Mo (0,001), Sn (0,001)\*, Jn (0,001), Tl (0,001), U (0,001).

В таблице 19 даны кларки концентрации, представляющие собой отношение процентного содержания элементов в изучаемом комплексе к кларкам их в земной коре. Мы пользуемся этим сравнением для выявления картины концентрации редких, рассеянных элементов и, отчасти, тех металлов, которые для данной формации малохарактерны.

Средние цифры содержания элементов выведены из данных анализа многочисленных средних проб руд или же сборных проб. Таким образом, приведенные цифры характеризуют состав руд, а не чистых проб. Анализированные руды Чирагидзорского месторождения были кондиционными (S—45%), т. е. состояли на 85% из полезного компонента. Из Тоганалов анализировалась сборная проба бедных руд с содержанием S 20,22%, что составляет 38% FeS<sub>2</sub>.

При почти одинаковых значениях кларков концентрации для большинства приведенных в таблице элементов для Тоганалов отмечается явно повышенное содержание меди, отчасти кобальта и мышьяка.

Таким образом, явно повышенный кларк характерен для Au, Ag, Se, Te, Cu, As, Sb, Zn, Pb и Hg в собственно колчеданном рудном комплексе. Особенно высокие кларки концентрации получаются в полуметаллическом комплексе для следующих элементов, не являющихся основными компонентами руды: Au, Ag, Te и As.

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

Приведенный материал позволяет сделать некоторые заключения о последовательности хода процессов, приведших к образованию рассматриваемой рудной формации, в частности, некоторые выводы об общих вопросах ее минералогии.

1. Интенсивность оруденения в отдельных участках меняется в связи с тектонической обстановкой, выражающейся в том, связано ли оруденение с одним разломом или с густой системой линий нарушений. Рудные максимумы обычно связаны с системой нарушений.

2. В тесной зависимости от интенсивности оруденения находится качественный минералогический состав отдельных участков. По мере ослабления интенсивности минерализации от участка к участку те или иные второстепенные минералы выпадают из состава рудных тел, вплоть до образования мономинеральных пиритовых руд.

3. Интенсивность минерализации в отдельных участках, кроме того, зависела, по видимому, от степени раздробленности рудовмещающих кварцевых порфиров, наличия в них пустот и величины последних.

4. Предшествовавшие оруденению процессы силицификации и каолинизации кварцевых порфиров, наложенные друг на друга фазы сульфидного оруденения, а также наличие различных генераций одних и тех же минералов свидетельствуют о длительном и в отдельных периодах разнохарактерном и прерывавшемся с перерывами процессе минералообразования.

5. Исходя из установленного факта о том, что во всех случаях рудные скопления приурочиваются только к верхней части кварц-порфировой толщи, следует полагать, что ныне обнаженные участки кварц-пиритов с признаками оруденения в огромном большинстве случаев

\* В сфалерите из Чирагидзорского месторождения спектральным анализом обнаружено 0,001% олова.

представляют собой остатки, сохранившиеся от размыва. Этот момент должен быть учтен как при оценке тех или других рудных участков, так и, особенно, при поисково-разведочных работах.

6. Несмотря на некоторые различия в характере минерализации отдельных участков, последние объединяются общими особенностями, обусловленными однообразием геолого-тектонической обстановки рудоотложения, единым металлогеническим эпизодом, однообразием и простым составом металлоносных растворов в отдельных этапах их проникновения. Все эти факторы наложили четкий и определенный отпечаток на минералогию и геохимию формации. Главной особенностью минералогии серноколчеданных месторождений и проявлений является их мономинеральный состав. Пирит является единственно главным, а в ряде участков со слабой минерализацией — почти единственным рудным минералом. Если к нему добавить еще халькопирит, тетраэдрит, борнит, сфалерит, галенит и кварц, которые развиваются в резко подчиненных количествах, мы получим почти исчерпывающий список гипогенных минералов рудного комплекса. В очень редких случаях все перечисленные минералы встречаются в одном и том же рудном участке. Это бывает в тех случаях, когда налицо имеются признаки разобщенных фаз минерализации. Обычно же пирит, кварц и в меньшей степени — халькопирит достаточно полно определяют минералогический облик всей формации. Таким же однообразием характеризуется и минералогия метаморфизованных вмещающих пород — окварцевание, каолинизация и в участках с наибольшей и интенсивной минерализацией — серицитизация и хлоритизация. Окварцевание и каолинизация лишь углубились в связи с рудоотложением, а в основном они предшествовали ему.

7. Все месторождения формации характеризуются или полным отсутствием зоны окисления, или же, в единичных случаях, ее весьма слабым развитием. Поэтому фактически только для Чирагидзорского месторождения мы имеем более или менее богатый список супергенных минералов.

8. Чирагидзорское месторождение, являющееся мощной базой кондиционных руд, и в дальнейшем должно стоять на первом месте в плане разведочных работ. Надо полагать, что месторождение обладает еще очень большими потенциальными ресурсами богатых и сравнительно бедных руд. Имеются все предпосылки обнаружения здесь новых рудных штоков вдоль и в сторону от главных нарушений и особенно — в участках их пересечения.

Одновременно следует отметить, что в связи с положительным решением вопроса обогащения бедных руд (с содержанием серы выше 13%) реальные сырьевые ресурсы серноокислотной промышленности республики увеличились во много раз. Поэтому предполагаемое расширение производства серной кислоты в Азербайджане не встретит затруднения в смысле обеспеченности сырьевой базой. Это положение заставляет строить план геолого-разведочных работ на серный колчедан с учетом, главным образом, географического положения известных, но не разведанных месторождений и многочисленных рудопроявлений, соблюдая определенную очередность. Учитывая это, а также благоприятные геологические данные, первыми объектами геолого-разведочных работ следовало бы избрать Яншахский и Котульский участки мощного проявления серноколчеданных руд.

9. Неотложной задачей следует считать утилизацию отходов Бакинского серноокислотного завода (получение из них селена и отчасти — теллура), а также изучение вопроса о возможности использования катеральной пыли этого же завода в качестве источника таллия.



## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие . . . . .	5
Ш. А. Азизбеков и Н. В. Пашалы — Чирагидзорское месторождение серного колчедана . . . . .	8
М.-А. Кашкай — Тоганалинское месторождение серного колчедана . . . . .	97
Г. Х. Эфендиев — Минералого-геохимический очерк серноколчеданной формации северо-восточных склонов Малого Кавказа . . . . .	195

5493