

С. И. ШЕРМАН

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ТРЕЩИНОВАТОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД В СВЯЗИ С ОБВОДНЕННОСТЬЮ СЛЮДЯНСКИХ ФЛОГОПИТОВЫХ РУДНИКОВ

Внезапное затопление шахт и рудников почти всегда связано с прорывами речных и других вод по трещинам и зонам нарушений. При гидрогеологических исследованиях в районе Слюдянского флогопитового месторождения, произведенных Восточно-Сибирским геологическим институтом СО АН СССР, особое внимание было уделено влиянию трещиноватости горных пород на обводненность отдельных участков и зон флогопитового поля. Работы проводились под общим руководством доктора геолого-минералогических наук профессора В. Г. Ткачук, при консультации кандидата геолого-минералогических наук Г. В. Чарушина.

Геологическое строение

В геологическом строении района принимают участие докембрийские метаморфические и разновозрастные изверженные породы, кайнозойские базальты, древние и современные четвертичные отложения. Основная архейская структура района — антиклинорий с осью почти широтного простирания. Слюдянское месторождение приурочено к юго-западному крылу антиклинория и расположено близ его замковой части в пределах так называемой слюдянской свиты.

Слюдянская свита является одной из самых древних толщ в стратиграфическом разрезе архея Юго-Западного Прибайкалья. Она сложена переслаивающимися пластами лейкократовых биотитовых, пироксен-биотитовых, пироксен-амфиболовых гнейсов, мраморов и кварц-диопсидовых пород. В верхней и нижней частях свиты преобладают мощные пласты мраморов и доломитов, в средней — различные гнейсы. Общая видимая мощность ее около 2700 м. Свита смята в складки самых различных порядков. Наиболее крупными структурами в районе месторождения, согласно исследованиям, проведенным в 1949 г. Е. П. Чуйкиной и Ф. В. Кузнецовой, являются Комаро-Быстринская синклиналь с осью северо-восточного простирания и Безымянская синклиналь с осью субмеридионального простирания.

Наличие складчатости нескольких порядков и разрывные смещения, интенсивная расщеливанность и трещиноватость пород вместе с многофазными магматическими проявлениями обусловили формирование сложной тектонической структуры флогопитового месторождения. Наибольший практический интерес представляют рудники № 1-4, 2 и 3, описание которых дается по П. В. Калинину (1939), Е. П. Чуйкиной и Ф. В. Кузнецовой.

Рудник № 1-4 расположен на левом склоне нижней части долины пади Улунтуй. В геологическом строении рудника участвует так называемая продуктивная полоса пироксен-амфиболовых сланцев северо-западного простирания ($295-330^\circ$) с крутым падением на юго-запад ($55-85^\circ$), которые переслаиваются с разновидностями биотитовых гнейсов. В меньшей мере здесь развиты мраморы и кварц-диопсидовые породы. В общей геолого-тектонической схеме Слюдянского района этот участок занимает юго-западное крыло Центральной антиклинали.

Промышленное ослюденение связано с кальцит-флогопитовыми и пегматитовыми жилами, густой сетью пронизывающими гнейсы продуктивной полосы.

Рудник № 2 расположен гипсометрически выше рудника № 1-4 на западном склоне пади Улунтуй. Здесь серия согласно залегающих пластов различных биотитовых и пироксен-амфиболовых гнейсов и мраморов прорвана многочисленными интрузиями гранит-пегматитов. Простирание вмещающих пород северо-западное ($310-340^\circ$) с крутым углом падения на юго-запад ($60-85^\circ$). В геологическом отношении район несколько отличается от района рудника № 1-4 присутствием довольно значительного массива пироксеновых и биотит-гранатовых гнейсов.

Рудник № 3 расположен на левом берегу р. Слюдянки. На его площади развиты пироксен-амфиболовые сланцы, мраморы, биотитовые гнейсы, диопсидовые и кварц-диопсидовые породы. Значительным распространением пользуются интрузии гранит-пегматитов. Породы, в общем, имеют северо-западное простирание $310-340^\circ$ и круто падают на северо-восток под углом $50-70^\circ$.

Флогопитовое ослюденение приурочено к полосе зеленой диопсидовой породы, которая образовалась в результате переработки кристаллических известняков и пироксен-амфиболовых гнейсов.

Докембрийские метаморфические кристаллические сланцы и гнейсы, разновозрастные изверженные породы (гранит-пегматиты, диабазовые дайки, флогопит-кальцитовые и другие жилы), слагающие полосу рудного поля Слюдянского флогопитового месторождения, имеют массивную текстуру и высокую степень спаянности между отдельными минералами или агрегатами минералов. В естественных условиях залегания кристаллические горные породы месторождения разбиты многочисленными системами трещин, что определяет коллекторские особенности пород, их способность к «поглощению», сосредоточению и созданию отдельных обводненных локальных зон — транзитных путей свободного движения воды к местам разгрузки.

Детальное изучение трещиноватости пород проводилось в районе левого берега нижнего течения р. Слюдянки, в подземных горных выработках рудников № 1-4, 2 и 3 и на некоторых обнаженных водораздельных участках этой территории.

Методика работ

Для оценки трещиноватости с гидрогеологической точки зрения основное значение имеют интенсивность трещинного расчленения первично-монокристаллических пород, глубина проникновения трещин, их ориентировка и количественные параметры, а также некоторые особенности систем трещин и тектоническая структура участка.

Изучение трещиноватости с целью последующей оценки ее коллекторских и гидродинамических свойств проводилось с учетом основных рекомендаций Н. И. Кригера (1951), Е. М. Смахова (1959), А. Е. Михайлова (1956).

Как в обнажениях, так и в подземных горных выработках массовые замеры трещин производились на специальных участках — станциях наблюдения. Расстояние между станциями принималось в зависимости от состава пород пласта и его положения в тектонической структуре зоны, но никогда не превышало 100 м. Основные условия, предъявляемые к станциям наблюдений, — относительное постоянство элементов залегания пород и наличие различно ориентированных площадок с минимальным размером $1,0 \times 1,0$ м.

Различные по петрографическому составу породы исследовались отдельно, даже если они находились в непосредственном контакте. Отдельно изучались и интрузивные внедрения (дайки, жилы и пр.).

При характеристике систем трещин особое внимание было уделено обводненным трещинам. Параллельно определялся примерный дебит источника. Фиксировались взаимоотношения между трещинами отдельных систем, среднее расстояние между трещинами в системе, а также линейные и площадные параметры¹. Изучение последних в полевых условиях было проведено особенно тщательно, так как эти данные являются основными при определении степени раскрытости породы в данном сечении — главного критерия водопроницаемости характеризующей петрографической разности и ее потенциальных коллекторских возможностей. Камеральная обработка фактических данных и построение круговых диаграмм в изолиниях производились на равноплощадной сетке Вальтера Шмидта. Розы-диаграммы простираний трещин строились общеизвестными методами (Михайлов, 1956).

Морфологическая характеристика трещиноватости

Детальное изучение трещиноватости горных пород в продуктивной полосе группы рудников позволило выделить несколько систем тектонических трещин, концентрирующихся в отчетливые максимумы (рис. 1). Три основные системы трещин обнаруживают вполне определенную и закономерную ориентировку по отношению к простиранию осевой поверхности основного антиклинария района, с которым мы связываем их первичное заложение (Шерман, 1960). В последующие этапы тектонической деятельности рассматриваемые основные системы трещин испытали значительное усложнение: изменились морфологические особенности трещин и их зияние и появились новые системы.

¹ Под линейными параметрами трещиноватости понимается количество трещин на 1 пог. м (модуль трещиноватости по А. И. Силину-Бекчурину, 1951).

Площадные параметры характеризуют отношение суммы произведений длины трещин на их зияние к единице площади, то есть степень раскрытости породы (даются в процентах).

В зависимости от соотношения простирания пород и осевой поверхности антиклинория с простиранием названных систем среди последних можно выделить поперечные, продольные и межпластовые (согласные с напластованием).

Система поперечных трещин имеет наиболее четко выраженный 6% максимум на диаграмме тектонической трещиноватости (см. рис. 1) со средним азимутом падения ЮВ 162° и углом падения 74° . Трещины ориентированы перпендикулярно осевой поверхности антиклинория и основному простиранию пород. По генезису это, вероятно, трещины отрыва.

По морфологии трещины характеризуются системой прямые, реже кривые с ровной либо шероховатой поверхностью. По падению они пересекают без заметного изменения ориентировки породы различного петрографического состава. Длина каждой отдельной трещины различная, но в общей их совокупности система довольно хорошо выражена по простиранию. Среднее расстояние между трещинами колеблется от 0,5—0,8 до 3,0—4,0 м. Такой диапазон колебаний определяется как петрографическими особенностями пород, а следовательно, и их физико-механическими свойствами, так и их положением в общей тектонической структуре. В мраморах и отчасти в кварцитах — относительно изотропных и более пластичных породах — расстояние между трещинами системы максимальное; в кристаллических гнейсах оно значительно уменьшается.

По степени зияния преобладают открытые трещины. Средняя величина их зияния 0,1—1,0 см в кристаллических гнейсах и 0,5—2,0—3,0 см в мраморах. С удалением от дневной поверхности система поперечных трещин заметного изменения не испытывает. Отмечается общее относительное уменьшение степени зияния трещин и увеличение среднего расстояния между ними. По наблюдениям в подземных горных выработках, с простиранием системы зачастую совпадают многочисленные тектонические подвижки и зоны повышенной трещиноватости небольшой мощности. И те и другие тяготеют к кальцит-флогопитовым и пегматитовым жилам, элементы залегания которых нередко совпадают с характеризующей системой трещин.

Система продольных трещин имеет на диаграмме тектонической трещиноватости (см. рис. 1) два относительно четко выраженных 4%-ных максимума со средним азимутом падения СВ $61-76^\circ$ и углом падения $54-84^\circ$. Направление трещин системы почти совпадает с простиранием пород. По падению продольная трещиноватость пересекает гнейсовидность под углом, близким к прямому, хотя нередко этот угол изменяется в существенных пределах. Значительная амплитуда изменения простирания трещин объясняется, во-первых, результатом некоторого возможного изгиба осевой поверхности антиклинория, во-вторых, морфологическими особенностями трещин характеризующей системы. По ге-

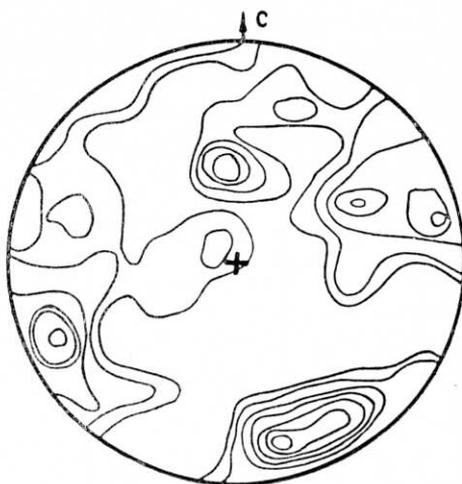


Рис. 1. Диаграмма тектонических трещин района продуктивной полосы. 617 замеров. Изолинии проведены через 0,5—1—2—3—4—5—6%.

незису — это трещины растяжения, возникшие при изгибе. Форма трещин кривая, реже прямая, с неровной, бугристой скульптурой поверхности. Нередко встречаются дихотомирующие трещины. Это, по всей вероятности, и привело к тому, что на круговой диаграмме тектонической трещиноватости мы видим два максимума.

Как и система поперечных трещин, продольная трещиноватость хорошо выдержана по простиранию, а по падению сечет без заметного изменения своей ориентировки породы различного петрографического состава. Среднее расстояние между трещинами непостоянно и, как и в первом случае, колеблется в пределах первых метров. По общей степени зияния системе следует характеризовать как открытую, хотя в отдельных случаях встречаются и закрытые трещины. Среднее зияние трещин, по нашим наблюдениям, не превышало 0,5—1,0 см; как уже отмечалось, оно зависит от петрографических особенностей породы и положения в структуре района и участка. В системе встречаются открытые трещины, заполненные ожелезненным обохренным материалом. С удалением от дневной поверхности интенсивность развития описываемой системы трещин уменьшается. Последнее можно хорошо проследить при анализе роз-диаграмм тектонической трещиноватости по горизонтам рудника № 1-4: в более глубоких горизонтах количество продольных трещин в общей сети тектонической трещиноватости заметно падает.

Система межпластовых трещин представлена на диаграмме тектонической трещиноватости четким максимумом с плотностью точек, превышающей 5% (см. рис. 1). Средний азимут падения системы ЮЗ 245°, угол падения 73°. Интенсивность развития трещин этой системы почти не зависит от возраста пород, но определяется их петрографическим составом. Система совершенно отчетливо выражена в гнейсах, относительно хуже она проявляется в мраморах. По форме трещины прямые, реже ступенчатые, с ровной, иногда шероховатой скульптурой поверхности. Среднее расстояние между трещинами колеблется от 0,3—0,6 м в различных гнейсах до 1,0—1,1 м в мраморах. Зияние не выдержано и представлено всей гаммой переходов от совершенно закрытых трещин к открытым до 1,0—2,0 см, реже более. Последние наиболее характерны для контактов различных петрографических разностей. В таких местах часто можно наблюдать (особенно хорошо в подземных горных выработках) перетертый, дробленный материал контактирующих разностей. Иногда этот материал обогащен гидроокислами железа и влажен. В отдельных случаях наблюдается обильное высачивание воды, приуроченной к межпластовым зонам дробления.

Необходимо указать, что выше была дана характеристика только протяженных крупных межпластовых трещин. Между ними могут находиться более мелкие трещины. В гнейсах они образуются на контакте лейкократовых и меланократовых полос, в мраморах выражены неотчетливо. Подробная характеристика их здесь не дается.

С удалением от поверхности (по наблюдениям в горных выработках рудников № 1-4 и 2) степень развития системы межпластовых трещин затухает. Последнее выражается главным образом в уменьшении зияния открытых межпластовых трещин, вплоть до преобладания закрытых трещин.

Описанные три основные системы трещин образуют в пределах исследованной площади довольно выдержанные пространственные углы: 90° — между продольной и поперечной, 80° — между поперечной и межпластовой, 40° — между продольной и межпластовой системами

трещин. Такое угловое соотношение между основными системами трещин дает в сечении, плоскость которого параллельна поперечной трещиноватости, ромбоэдрическую сеть, особенно четко проявляющуюся в гнейсах.

Такова общая характеристика основных систем протяженных тектонических трещин. Вместе с тем нельзя не отметить и менее развитые системы, которые образуют довольно ясные второстепенные концентрации на диаграмме тектонической трещиноватости (см. рис. 1). Эти системы трещин различно ориентированы по отношению и к основной складчатой структуре первого порядка, и к напластованию. Образование большинства из них связано, видимо, с более поздними этапами формирования тектонической структуры района. Для открытых трещин этих систем характерны пологие углы падения, резко переходящие в крутые. Амплитуда колебаний максимумов более значительна, чем у основных систем. С удалением от поверхности степень развития второстепенных систем трещиноватости резко падает.

Трещины зоны современного выветривания наиболее интенсивно развиты вблизи дневной поверхности и распространены на глубину до 30—50 м. Степень их зияния изменяется в широких пределах — от долей миллиметра до нескольких сантиметров. В районе Слюдянского флогопитового месторождения трещины зоны современного выветривания связаны с тектоническими трещинами и дизъюнктивными зонами, которые в большинстве случаев определяют их пространственное направление и интенсивность развития.

Особенности трещиноватости некоторых петрографических разностей

Как известно, петрографический состав определяет в той или иной степени физико-механические свойства породы, которые в свою очередь контролируют ее поведение и реакцию на механические и другие воздействия (колебания температуры, растворение и прочее).

Наиболее распространенными породами Слюдянского флогопитового месторождения являются различные кристаллические гнейсы и мраморы. По физико-механическим свойствам эти разности значительно отличаются друг от друга. Механическая анизотропность названных пород в некоторой степени проявляется в их трещиноватости. В гнейсах (биотитовых, пироксен-амфиболовых, амфибол-пироксеновых и др.), являющихся механически относительно анизотропными породами, всегда отчетливо видны системы межпластовых, продольных и поперечных трещин (рис. 2). Наиболее четкие максимумы на диаграмме тектонической трещиноватости соответствуют тре-

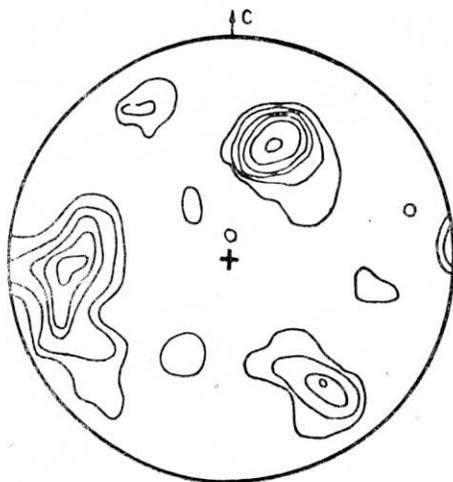


Рис. 2. Диаграмма трещиноватости биотитовых гнейсов. 139 замеров. Изолинии проведены через 1—2—3—4—7—21%

щинам, параллельным сланцеватости и продольным трещинам. Углы между основными системами близки к прямому, а отклонения их никогда не превышают 20—25°. Амплитуда колебаний максимумов очень незначительна и не превышает по простиранию 10—15°, по падению 3—8°.

Анализ количественных параметров трещиноватости в гнейсах показывает, что коэффициент растяжения¹ в них колеблется от 3 до 6%, а степень раскрытости породы — от 0,6 до 1,5%, очень редко до 2%.

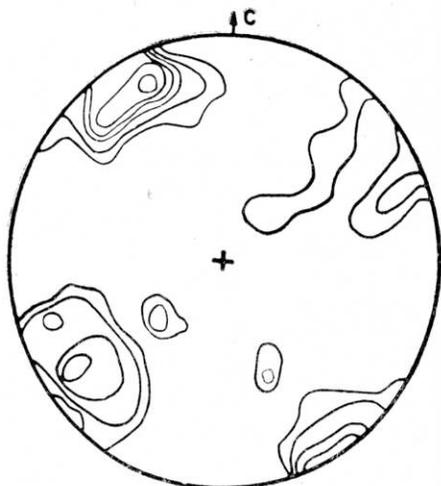


Рис. 3. Диаграмма трещиноватости пироксен-амфиболовых гнейсов. 332 замера. Изолинии проведены через 1—2—5—7—9—13%.

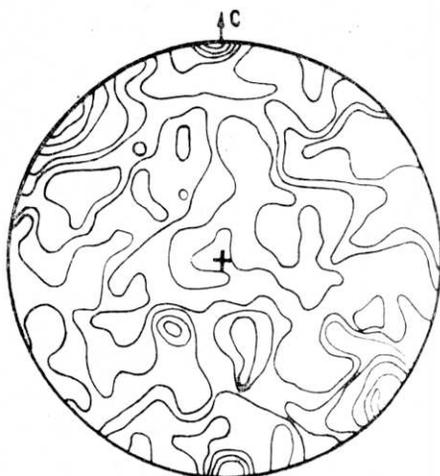


Рис. 4. Диаграмма трещиноватости мраморов. 240 замеров. Изолинии проведены через 0,4—0,8—1,2—4—7—8%.

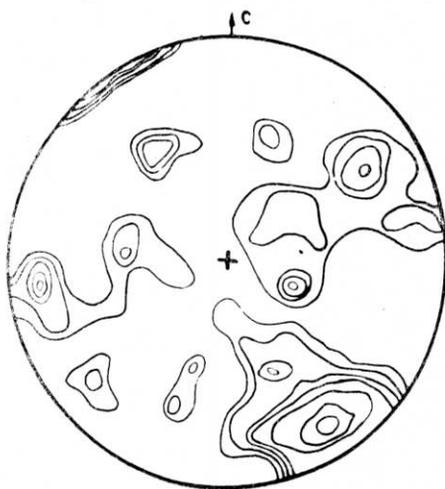


Рис. 5. Диаграмма трещиноватости мраморов. 241 замер. Изолинии проведены через 1—1,5—2—2,5—4—6—10%.

¹ Под коэффициентом растяжения следует понимать отношение суммарной мощности трещин на каком-нибудь отрезке пласта к длине этого отрезка. Выражается в процентах.

Даже незначительное уменьшение механической анизотропности пород ведет к увеличению трещин. Примером могут служить пироксен-амфиболовые гнейсы, являющиеся по физико-механическим свойствам более изотропными, чем биотитовые и кварц-биотитовые гнейсы (рис. 3).

Резко отличаются от гнейсов по физико-механическим свойствам мраморы, являясь по сути дела относительно изотропными породами. Они дают круговые диаграммы с несколькими концентрациями максимумов отдельных систем, причем максимумы незначительно отличаются друг от друга по процентной плотности точек в своих пределах (рис. 4, 5). Появление «посторонних» максимумов в зоне современного выветривания усложняет общую картину трещиноватости мраморов. Интенсивное развитие систем мелких трещин следует объяснить слабой сопротивляемостью мраморов агентам современного физического выветривания, что оказывает существенное влияние на количественные параметры трещиноватости. Так, степень раскрытости мраморов изменяется в широких пределах от 1 до 6%, а в некоторых случаях достигает 8%, в то время как в гнейсах эта величина редко доходит до 2%.

Обводненность тектонических систем трещин

Большой интерес представляет вопрос об обводненности трещин различного генезиса и типа. Неодинаковое гидрогеологическое значение различных систем трещин едва ли может вызвать сомнения. Последнее хорошо показано А. М. Овчинниковым (1941) на примере изучения трещиноватости меловых известняков Ахунского массива на Кавказе, Д. И. Щеголевым (1941) — по данным работ в Донбассе и на Алтае, Н. И. Кригером и В. С. Федотовым (1951) — для одного из рудников Урала и рядом других исследователей.

На связь родниковых вод в районе Слюдянского флогопитового месторождения с тектоническими трещинами северо-восточного простирания указывал в свое время А. И. Сулоев (1939).

О. А. Жаворонкова, проводившая в 1951—1953 гг. гидрогеологическую съемку в районе месторождения, отмечает, что «капеж воды по горизонтам приурочен только к зонам нарушения, проходящим большей частью по кальцит-флогопитовым жилам». Водопроводящими трещинами являются открытые системы трещин гнейсов с элементами залегания ЮВ 136—138° и углом падения 72—79° и трещины напластования с элементами залегания ЮЗ 225—242° и углом падения 56—65°, а также трещины нарушения, пересекающие рудное поле.

Исследованиями 1959—1960 гг. также установлена большая роль разрывных смещений самого различного масштаба в обводнении подземных горных выработок флогопитовых рудников.

Выделенные три основные системы тектонических трещин различаются по морфологическим особенностям и в разной степени участвуют в обводнении рудников.

В районе, как уже отмечалось, наиболее развита система поперечных трещин, с направлением которой совпадают генетически связанные с ней разрывные смещения различного масштаба и зоны повышенной трещиноватости, часто насыщенные водой. Именно к таким участкам и зонам приурочены многочисленные выходы подземных вод на дневную поверхность и повышенный капеж воды в подземных горных выработках рудников № 1-4 и 2. Так, для группы источников нижнего течения р. Слюдянки наблюдается вполне определенная ориентировка

в плане линий их выходов, азимут которых колеблется от СВ 60 до СВ 80°, но чаще лежит в пределах СВ 65°. В приведенном примере групповые источники, по нашему мнению, генетически связаны с тектоническим нарушением сбросового характера, проходящим по нижнему течению р. Слюдянки.

В подземных выработках высачивание и капез фиксируются в приконтактных зонах некоторых кальцит-флогопитовых и пегматитовых жил в тех случаях, когда по жиле проходит тектоническая подвижка либо зона повышенной трещиноватости. Именно с такими наиболее ослабленными участками и связаны некоторые из наблюдающихся водопритоков в подземных горных выработках. С удалением от дневной поверхности количество обводненных трещин северо-восточного простирания увеличивается. Ранее отмечалось, что степень развития системы трещин северо-восточного простирания с глубиной не испытывает заметного изменения. Этим, по всей вероятности, и объясняются неплохие водопродводящие свойства поперечной системы трещин.

Продольная трещиноватость по степени развития почти не уступает поперечной системе. Но относительно большее непостоянство в зиянии трещин, где, наряду с открытыми, развиты и закрытые трещины, приводит к некоторому уменьшению ее коллекторских способностей.

С продольной трещиноватостью значительно реже связаны наблюдающиеся в подземных горных выработках капези, причем с увеличением глубины количество водопродводящих трещин уменьшается. Особенно отчетливо последнее обстоятельство проявляется при сравнении степени водоносности межпластовых трещин в подземных горных выработках и в местах выхода подземных вод на дневную поверхность. Так, в нижнем течении р. Слюдянки и в других местах мы неоднократно отмечали источники либо слабое высачивание воды из трещин северо-западного простирания с падением на северо-восток, то есть тех трещин, которые, по нашей классификации, относятся к продольной системе. На самых глубоких горизонтах подземных горных выработок такие случаи не фиксировались, в приповерхностных выработках (горизонт + 152) они изредка наблюдались.

Таким образом, можно говорить о том, что система продольных трещин в условиях дневной поверхности и близко к ней может явиться водоносной. С увеличением глубины ее обводненность резко падает, что легко объясняется общим характером развития системы.

Межпластовая трещиноватость, несмотря на относительно высокую степень развития, не играет сколько-нибудь заметной роли в непосредственном обводнении горных выработок месторождения. В зоне современного выветривания межпластовые трещины принимают большое участие в процессе инфильтрации поверхностных вод. Если на одном из самых верхних горизонтов рудника № 1-4 — горизонте + 152 — наблюдающиеся водопритоки и были иногда связаны с межпластовыми трещинами, то уже на более глубоких горизонтах того же рудника (+69, +49), расположенных по тому же азимутальному направлению, такие случаи почти не наблюдались. Необходимо отметить, что контактные зоны, пространственно совпадающие с межпластовой трещиноватостью, представляют исключение. В районе Слюдянского флогопитового месторождения контакты петрографических разностей пород зачастую оказываются перемьятыми, частично или полностью разрушенными. Именно такие контакты часто и являются водоносными. Особенно четко это заметно на контактах двух резко отличающихся как петрографически, так и по степени проявления физико-механических свойств пород —

гнейсов и мраморов. Такие контакты водоносны, и нередко довольно значительно.

Как уже было отмечено, в районе Слюдянского флогопитового месторождения с тектоническими трещинами и зонами разрывных смещений тесно связана и контролируется ими трещиноватость зоны современного выветривания. Последнее обстоятельство способствует инфильтрации поверхностных вод на глубину и зачастую создает значительный приток воды в верхние горизонты подземных горных выработок. Так, в период сильных летних дождей в верхнем горизонте шахты 2 рудника № 1-4 уже через несколько часов после выпадения осадков начинается капез, и приток настолько обильный, что затрудняет нормальное проведение проходческого цикла, а в некоторых случаях является причиной его полной остановки. Это же подтверждается и нашими специальными работами по горизонту + 152 рудника № 1-4, где установлена прямая зависимость между степенью раскрытости породы и рассеянным водопритоком.

Параллельно с анализом водоносности основных систем тектонических трещин необходимо весьма кратко осветить также вопрос о степени водообильности мраморов и гнейсов в зависимости от характера развития и проявления в них тектонической трещиноватости.

В кристаллических гнейсах наиболее обводненными являются трещины северо-восточного простирания с крутым падением на юго-восток, реже на северо-запад, то есть поперечная система трещиноватости (рис. 6). Встречались такие случаи выхода воды из трещин северо-

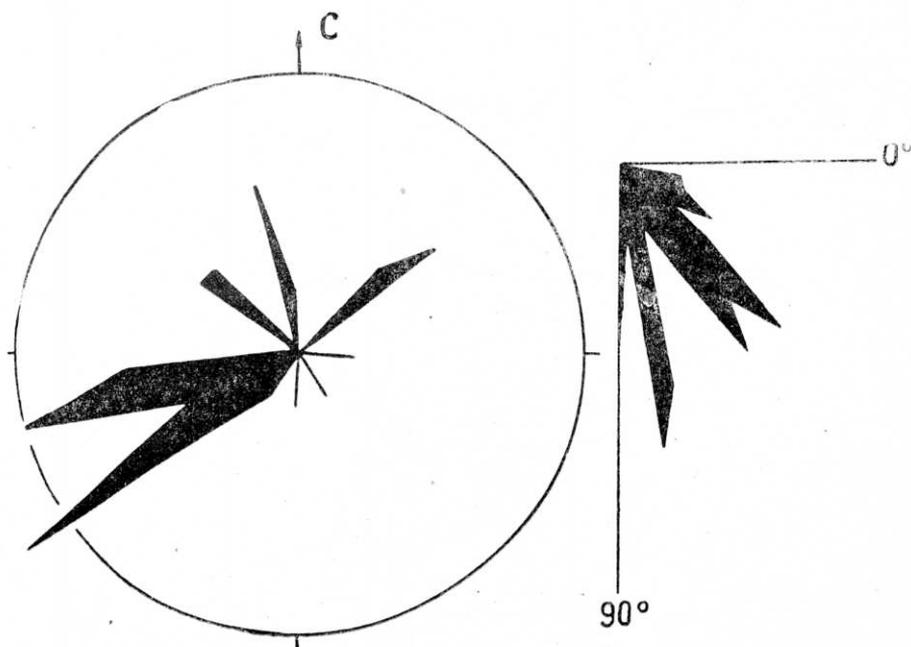


Рис. 6. Роза простираний и углов падения обводненных трещин в гнейсах. 89 замеров.

западного простирания с падением на северо-восток, очень редко на юго-запад. С удалением от дневной поверхности удельный вес обводненных систем трещин северо-восточного простирания увеличивается.

В мраморах гидравлическая связь между трещинными водами наиболее развитых систем северо-восточного и северо-западного простирания выражена лучше. На прилагаемой диаграмме (рис. 7) видно, что степень развития обводненных трещин северо-западного и северо-восточного простирания примерно одинакова.

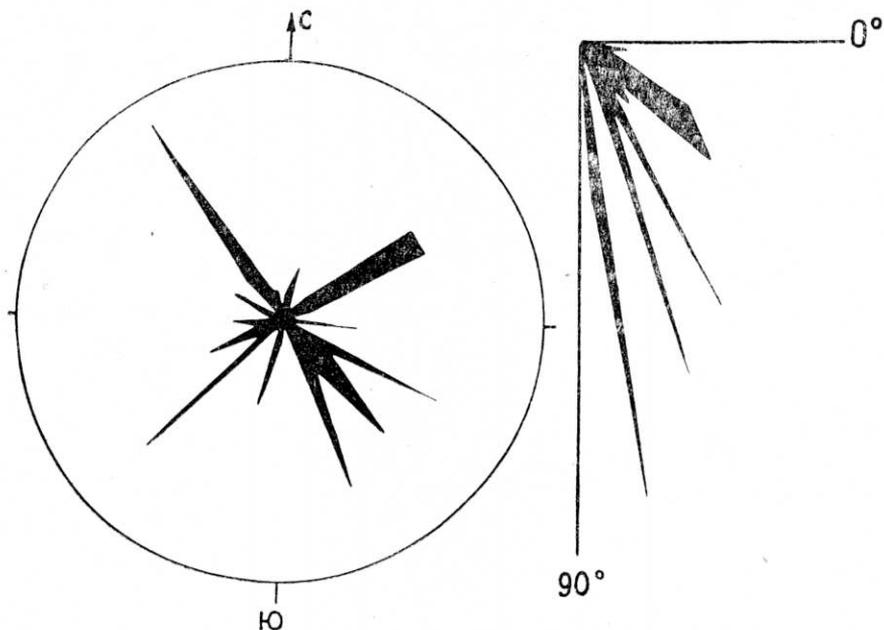


Рис. 7. Роза простираний и углов падений обводненных трещин в мраморах. 62 замера.

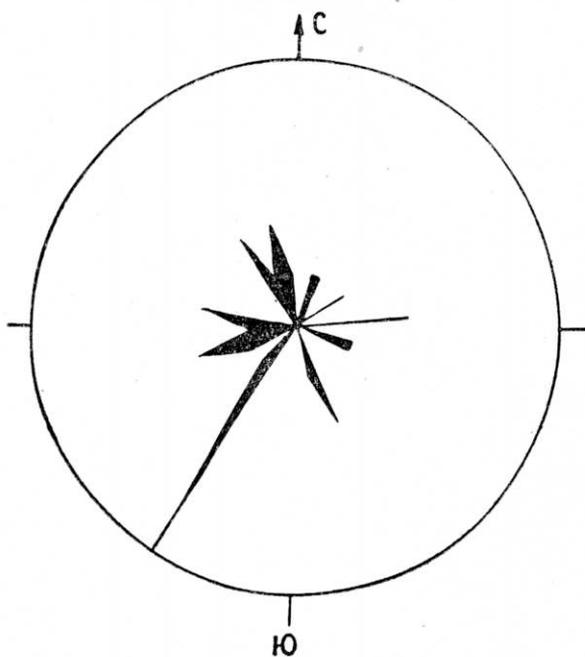


Рис. 8. Роза простираний минерализованных трещин в мраморах. 48 замеров.

Для уточнения выводов о превалирующей роли поперечной системы трещин в мраморах (как водоносной) были проанализированы открытые трещины, стенки которых покрыты вторичной кальцитово-минерализацией, отложенной благодаря продолжительному движению воды. Полученные данные подтвердили водоносность системы трещин северо-восточного простирания с крутыми углами падения (70—80°) на северо-запад и юго-восток (рис. 8).

Сопоставление количественных параметров трещиноватости в гнейсах и мраморах также подтверждает более высокую проницаемость мраморов и лучшую гидравлическую связь между трещинными водами в них, чем в гнейсах. Мраморы обладают высокой способностью к изгибам, а их хорошая растворимость способствует расширению трещин. Гнейсы труднорастворимы и, в общем, обладают низкой способностью к расширению трещин. Так, степень раскрытости гнейсов колеблется от 0,6 до 1,5%, очень редко до 2%, мраморов — от 1 до 6%, в некоторых случаях достигает 8%. Общая «трещинная пустотность» и потенциальные коллекторские возможности мраморов много выше (более чем в два раза), чем гнейсов.

Необходимо обратить внимание и на то, что гнейсы относительно равномерно трещиноваты, и отдельные участки по степени раскрытости не отличаются друг от друга более чем в два с половиной — три раза, в мраморах — в шесть — восемь раз. В гидрогеологическом отношении эти различия находят свое подтверждение не только в большей обводненности мраморов, что закономерно, но и в относительно большей равномерности в обводнении гнейсов, чем мраморов слюдянской свиты.

Следует также добавить, что в мраморах степень зияния трещин с глубиной не обнаруживает резкого затухания, а в некоторых случаях даже возрастает. Последнее особенно заметно в местах пересечения трещин, где развиваются карстовые открытые пустоты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В осложнении гидрогеологической обстановки Слюдянского флогопитового месторождения существенную роль играют разрывные смещения и тектоническая трещиноватость. Трещиноватость зоны современного выветривания способствует инфильтрации поверхностных вод.

Господствующее развитие крутопадающих открытых трещин северо-восточного простирания в районе месторождения объясняет, почему водопроницаемость пород в направлении этой трещиноватости является большей по сравнению с водопроницаемостью в других направлениях.

Обводненность горизонтов, связанная с трещиноватостью, уменьшается по мере удаления горной выработки от поверхности. Нам представляется, что некоторая обводненность верхних горизонтов рудника № 1-4 связана с поверхностными водами и атмосферными осадками благодаря наличию развитой относительно мощной зоны современного выветривания и большого количества открытых трещин. Обводненность более глубоких горизонтов объясняется наличием локальных зон повышенной трещиноватости и отдельных крупных разрывных смещений — хороших проводников напорных подземных вод. Можно считать установленным, что зоны повышенной трещиноватости в условиях Слюдянского флогопитового месторождения значительно усложняют его гидрогеологическую обстановку, являясь в большинстве своем проводниками воды. Крупные разрывные смещения в районе Слюдянского

флогопитового месторождения служат основным проводником напорных и безнапорных подземных вод. Существует определенная зависимость между видом и размером нарушения и его водопродводящей способностью. Если зоны повышенной трещиноватости, как разновидность наиболее слабо развитых и проявленных нарушений, не вызывают неожиданных резких и относительно крупных водопритоков, то крупные разрывные смещения могут явиться причиной значительных прорывов воды. На Слюдянских флогопитовых рудниках наблюдается значительное распространение зон повышенной трещиноватости и тектонических подвижек малой амплитуды, с которыми в большинстве случаев связаны не приносящие крупного ущерба водопритоки. В то же время причиной прорыва воды весной 1959 г. в шахте 4 рудника № 1-4 следует считать, по нашему мнению, вскрытые зоны крупного разрывного смещения. Вероятность встречи такого нарушения в районе месторождения невелика, но, как показывает опыт, может иметь место.

Сложное геологическое строение района, интенсивно развитая сеть разновозрастных тектонических разрывов самого различного масштаба требует большой осторожности при создании впоследствии обобщающих представлений по гидрогеологическим особенностям Слюдянского флогопитового месторождения.

ЛИТЕРАТУРА

Калинин П. В. Главнейшие типы месторождений флогопита. Сб. «Флогопитовые месторождения Слюдянского района». Тр. ВНИИМС, вып. 150, М.-Л., ГОНТИ, 1939.

Кригер Н. И. Трещиноватость и методы ее изучения при гидрогеологической съемке. Мат. по инженерной геологии, вып. 2, М., Metallurgizdat, 1951.

Кригер Н. И., Федотов В. С. К изучению трещинных вод в связи с прогнозом затопления горных выработок. Мат. по инженерной геологии, вып. 1, М., Metallurgizdat, 1951.

Михайлов А. Е. Полевые методы изучения трещин в горных породах. М., Госгеолтехиздат, 1956.

Овчинников А. М. Опыт анализа деформаций в меловых известняках Ахунского массива. БМОИП, отд. геол., т. XIX, вып. 1—2, 1941.

Силин-Бекчурин А. И. Специальная гидрогеология. М., Госгеолтехиздат, 1951.

Смехов Е. М., Гмидт Л. П., Ромашова М. Г., Ромм Е. С. Вопросы методики изучения трещинных пород в связи с коллекторскими свойствами. Сб. «Трещиноватые породы и их коллекторские свойства». Тр. ВНИИГРИ, вып. 121, 1958.

Сулоев А. И. Петрология кристаллического комплекса Слюдянского флогопитового района. Сб. «Флогопитовые месторождения Слюдянского района». Тр. ВНИИМС, вып. 150, 1939.

Шерман С. И. К характеристике трещиноватости пород Слюдянского месторождения флогопита. Тезисы докладов конференции молодых научных сотрудников. ВСФ АН СССР, Иркутск, 1960.

Щеголев Д. И. Рудничные воды. Москва—Харьков, 1948.