АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР

ТРУДЫ
ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

ВЫП. 51. МИН.-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СЕРИЯ (№ 11). 1941

М. Ф. СТРЕЛКИН

К МИНЕРАЛОГИИ ЧЕРДОЯКСКОГО И ВЕРХНЕ-БАЙМУРЗИНСКОГО ОЛОВЯННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (КАЛБА-НАРЫМСКИЙ ПЛУТОН)

И. Г. ЧЕНЦОВ

ИМАЛКИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ КАССИТЕРИТА (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

ВЫПУСК 51. МИН.-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СЕРИЯ (№ 11), 1941

Главный редактор акад. *А. Е. Ферсман* Отв. редактор *О. Д. Левицкий*

М. Ф. СТРЕЛКИН

К МИНЕРАЛОГИИ ЧЕРДОЯКСКОГО И ВЕРХНЕ-БАЙМУРЗИНСКОГО ОЛОВЯННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (КАЛБА-НАРЫМСКИЙ ПЛУТОН)

ВВЕДЕНИЕ

В конце июля 1938 г. по просьбе комбината Калбаолово автор был командирован Институтом геологических наук АН СССР в Калба-Нарымский хребет для осмотра и минералого-геохимического изучения наиболее перспективных оловорудных месторождений этого хребта. По договоренности с комбинатом Калбаолово осмотрены были две главные точки комбината: касситерит-шеелитовое месторождение Чердояк (Нарымский хребет, Курчумский район Вост.-Казахстанской обл.) и касситеритовое Верхне-Баймурзинское месторождение (Калбинский хребет, Уланский район Вост.-Казахстанской обл.). Последнее было открыто только в июне 1938 г. и его изучение только еще начиналось, тогда как Чердоякское месторождение открыто в 1934 г. по следам имеющихся там крупных древних выработок — так называемых чудских разработок, относящихся к 1000—2000 лет до н. э.

Освоение оловорудных месторождений Калба-Нарымского хребта, связанных с громадным батолитом, носящим то же наименование, имеет уже достаточно длинную историю. Периоды оптимизма сменялись более чем скромной оценкой. Отрицательное отношение к возможности выявления серьезных запасов олова в Калба-Нарыме особенно выпукло высказано проф. Русаковым, Ерофеевым и Безлюдным в их работе по металлогении Калба-Нарыма. Авторы считают, что в основном поисковые работы в Калба-Нарыме закончены, а найденные оловоносные точки якобы совершенно однозначно характеризуют Калба-Нарымский хребет как район только «экстраубогих» руд с отсутствием дальнейших перспектив. Подобная концепция дезориентировала некоторых местных геологов, но, к счастью, далеко не всех. Своей практической работой в 1938 г. геологи Буданов, Александров, Чертушкин и др. подтвердили необоснованность изложенной выше концепции проф. Русакова. Так, разведка Чердояка в 1938 г. по-иному осветила форму рудного тела, поведение оруденения на глубину и подчеркнула значение вольфрама в этом месторождении как второго рудного компонента. В том же 1938 г. были найдены новые, интересные в промышленном отношении оловорудные жилы в Калбинском хребте. Весьма показателен также факт нахождения промышленных оловоносных россыпей как в Калбе, так и в Нарыме. Следует особо подчеркнуть, что новые коренные точки, обнаруженные в 1938 г., находятся в уже известных, обжитых участках хребта, а отнюдь не в новых, не обследованных ранее местах (Верхне-Баймурзинская сподумен-касситеритовая дайка).

Новые находки 1938 г. с несомненностью показали, что для Калба-Нарымского оловорудного района только наступает тот этап поисковых

работ, когда, опираясь на известные уже точки, систематично, шаг за шагом покрывают поисковыми работами прилегающие к ним площади. Обилие оловоносных точек, относительно широкий диапазон типов олововольфрамовых месторождений на ряду с открытием с каждым годом новых месторождений свидетельствуют о том, что имеются все основания выдвигать Калба-Нарым в ряд перспективных оловянно-вольфрамовых провинций Советского Союза.

Несмотря на значительный период освоения Калба-Нарымского батолита до сих пор остаются неясными такие важные петрологические вопросы, как характер дифференциации этого батолита, не установлены те разновидности гранитоидов, которым непосредственно обязано своим образованием редкометалльное оруденение. Далее, совершенно не освещены металлогенические особенности Калбинской и Нарымской частей батолита. Между тем, калбинские гранитоиды вскрыты эрозией глубже, и они являются более кислыми, чем нарымские, а это отражается на металлогении проявлением в Калбе касситерит-вольфрамитовой ассоциации и литиевых пегматитов, в то время как в Нарыме отчетливо преобладает касситерит-шеелитовая ассоциация с довольно заметным участием сульфидов.

В настоящей работе в сжатой и схематической форме дается минералогия двух месторождений: Чердоякского (Нарымский хребет) и Верхне-Баймурзинского (Калбинский хребет).

МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЧЕРДОЯК

Краткая геологическая характеристика. Чердоякское оловянно-вольфрамовое месторождение представлено кварцевыми и кварц-полевошпатовыми жилами, залегающими в гранитоидном массиве, получившем особое название — Кунушский массив. Геолог В. В. Чернышев в результате микроскопического изучения этого гранитоида определил его как плагиогранит-порфир. Плагиогранит-порфир прорывает свиту метаморфических пород D_3C_1 (такырская свита?). К востоку от этого интрузивного тела расположен главный массив гранита (Калба-Нарымский батолит), прорывающий ту же свиту. Кунушский массив на поверхности отделяется от главного массива узкой, порядка 10—15 м, полоской метаморфических пород. Генетические взаимоотношения между кунушским плагиогранит-порфиром и главным гранитным массивом остаются неясными.

Как Кунушский массив, так и главный прорезаны пегматитовыми и, особенно, кварцевыми жилами. Промышленный интерес имеют только кварцевые и кварц-полевошпатовые жилы, залегающие в Кунушском массиве. Пегматитовые и кварцевые жилы, встреченные в сланцах, не содержат оловянного оруденения. Любопытно, что рудные жилы не выходят за пределы Кунушского массива, хотя контакт его со сланцами отчетливо интрузивный. Таким образом, сланцы играют роль своеобразной «подпруды» для рудоносных растворов, и лишь редко в сланцах встречаются кварцевые жилы с халькопиритом, пиритом и шеелитом.

Все рудное поле Кунушского массива разбито на 3 участка, имеющие некоторые специфические особенности, но в целом представляющие единый в генетическом смысле рудный узел, затухающий в восточном и западном флангах массива. Рудные кварцевые жилы Кунушского массива по азимуту простирания разбиваются на: 1) меридиональные, 2) северо-западные и 3) северо-восточные. Кварц-полевошпатовые жилы имеют преимущественно северо-восточное простирание. Углы падения варьируют от 25 до 45° в сторону южных румбов.

Данные работ 1938 г. по центральной расчистке участка № 2 с несомненностью показали, что северо-восточные и северо-западные жилы представляют собой выполнение сопряженных трещин. Минералогиче-

ский состав, вплоть до морфологических особенностей отдельных минералов, в северо-восточных и северо-западных, а отчасти в меридиональных жилах совершенно тождественен.

Форма рудного тела. Взгляд на форму рудного тела месторождения Чердояк за последние два года претерпел значительные изменения. До 1938 г. общепринят был взгляд на рудные тела месторождения Чердояк как на отдельные жилы с обычными для них раздувами и пережимами. Упор делался на мощные жилы. Но уже работы 1937 г. показали, что многочисленные мелкие кварцевые прожилки (мощностью в несколько сантиметров и относительно короткие по простиранию) по своей массе и рудоносности нисколько не уступают более мощным жилам. К началу работ 1938 г. полагали, что рудоносность приурочивается к некоторым зонам, более или менее удачно привязывающимся к местам относительно крупных тектонических нарушений. Однако подземные работы (штольни) и буровые скважины не всегда встречали на глубине прослеженные на поверхности «зоны оруденения» и, наоборот, подсекали новые, неизвестные на поверхности. Крупные расчистные работы, проведенные в 1938 г. на рудном участке № 2, показали наличие многочисленных маломощных кварцевых жилок северо-восточного, северо-западного и меридионального простирания, причудливо переплетающихся между собой, часто сходящихся в своеобразные узлы. Сами же эти узлы в свою очередь располагаются пятнами по всему участку. Помимо этого, вмещающий плагиогранит-порфир настолько пропитан мельчайшими, вплоть до едва видимых глазом, также рудоносными, прожилками, что теряется граница рудной и нерудной массы. Следует, однако, заметить, что в том же участке № 2 местами встречается весьма слабо измененный плагиогранит-порфир, что находится, повидимому, в связи с отсутствием в этих местах кварцевых прожилков; такие локализованные участки безрудны. Данные по штольням и скважинам показывают, что эта форма оруденения сохраняется и на глубине.

Таким образом, рудное тело следует рассматривать как сложный штокверк с местными повышениями или понижениями насыщенности рудоносными кварцевыми прожилками. Места различной насыщенности оруденением на различных горизонтах не совпадают и, видимо, контролируются локальной трещиноватостью. Открытие трещин и выполнение их рудоносными растворами происходило неоднократно, что также содействовало указанному выше переплетению между собой различно ориентированных кварцевых жил.

Минералогический состав. Список минералов, обнаруженных на месторождении Чердояк, довольно обширен, хотя он, несомненно, является еще не окончательным. При описании минералов и процессов их образования представляется удобным и правильным отметить в начале минералы во вмещающих породах, образованные в связи с рудоносными погонами, затем дать список минералов рудной ассоциации. Следует только иметь в виду, что это деление не предполагает обязательного разрыва во времени отдельных стадий минералообразования месторождения Чердояк. В отдельных случаях такие разрывы имеют место и о них будут делаться соответствующие отметки. Новообразования в кунушском плагиогранит-порфире, связанные с рудоносными погонами, представлены следующими минералами: графит, кварц, турмалин, альбит, мусковит, хлорит, сфен, актинолит, рутил, топаз, арсенопирит, пирит. В кварцевых и кварц-полевошпатовых жилах встречены: кварц, турмалин, графит, микроклин, касситерит, шеелит, флюорит, альбит, мусковит, берилл, рутил, пирит, арсенопирит, халькопирит, самородный висмут, пирротин, станнин, молибденит, сфен, кальцит, джильбертит. Гипергенные минералы: гетит, лимонит, питтицит, скородит, ковеллин, малахит, каолин.

Из минералов, являющихся новообразованиями в кунушском плагиогранит-порфире, остановимся только на хлорите, топазе и актинолите, так как остальные минералы встречаются и в рудных жилах и описываются вместе с рудной ассоциацией. Образование хлорита обнаружено только по биотиту с одновременным выделением по трещинкам спайности неправильной формы скоплений сфена (фиг. 1). Топаз обнаружен в виде единичных зерен в грейзенизированных участках плагиогранит-порфира. Актинолит — иногда асбестовидный — встречается только в графитизированных тектонических трещинах.

Кварц — главный жильный минерал. Цвет обычно серовато-белый. Форма выделения — зернистые аггрегаты, значительно реже — коротко-столбчатые кристаллы. В пустотах турмалин-графитовых скоплений кварц имеет иногда пластинчатый габитус. Кварц рудных жил при ударе издает специфический запах, природа которого остается пока невыясненной. Кварц безрудных жил такого запаха не имеет. По внешнему виду кварц безрудных жил отличается от рудного кварца своим зернистым сахаровидным обликом.

Кварц выделялся в течение всего процесса формирования месторождения. Он является типичным сквозным минералом. Начальная стадия образования относится к фазе окварцевания плагиогранит-порфира, затем идет формирование непосредственно самих кварцевых жил, и, наконец, конечные этапы минералообразовательных процессов, вероятно, также сопровождались выделением кварца. Кварц заполняет трещины в касситерите, турмалине, берилле и других минералах. Особенно отчетливо проявляется процесс замещения кварцем пирита 1-й генерации. Это замещение шло так далеко, что кварц образует формы, напоминающие псевдоморфозы кварца по пириту, причем от пирита остаются небольшие реликты в центре кварцевого зерна. Вероятно этим объясняется присутствие в кварце включений пирротина (фиг. 6), который преимущественно приурочен к пириту и арсенопириту.

Графит — характерный минерал месторождения, о формах проявления которого можно судить по следующим полевым наблюдениям.

а) Графит, отлагаясь в тектонических трещинах, графитизирует плагиогранит-порфиры. В этом случае он ассоциирует с турмалином, грейзеновой слюдкой и новообразованным кварцем. Графит тонкозернистый, чешуйки его выделяются только при сильном увеличении под микроскопом. Ширина графитизированной зоны колеблется от единиц до нескольких десятков сантиметров.

б) Ксенолиты плагиогранит-порфира в кварцевых жилах, имеющих графитизированные борты плагиогранит-порфира, всегда графитизированы. Форма таких графитизированных ксенолитов самая различная — от неправильных угловатых обломков до тонких вытянутых полосок. Последние бывают настолько сильно пропитаны графитом, что только наличие отдельных редких вкрапленников полевого шпата в этой графитовой «жилке» позволяет установить, что мы имеем дело с ксенолитом, а не с самостоятельным графитовым прожилком в кварцевой жиле.

в) В осветленном грейзенизированном плагиогранит-порфире, а также и в графитизированных его разностях встречаются обособления графита вместе с волокнистым амфиболом (актинолит), вытягивающиеся в форме жилки с извилистыми зигзагообразными контурами в разрезе.

г) Скопления графита овальных очертаний имеют отчетливые следы перемятости. Внутри такого «оваллоида», перпендикулярно к стенкам расположены иголочки турмалина, отдельные листочки зеленоватой слюдки и аггрегаты альбита. В минералах, находящихся внутри графитовых обособлений, катаклаз не замечен. Иногда внутри такого обособления встречаются графитизированные ксенолиты плагиогранит-порфира.

д) В самой кварцевой жиле графит находится как в тонкораспыленном состоянии, так и в виде мелких чешуек. Графит, находящийся в кварцевых жилах, составляет ничтожное количество по сравнению с графитом в графитизированных плагиогранит-порфирах и стенках тектонических трещин.

е) Мощная кварцевая жила представляет собой иногда сложную жилу, состоящую в сущности из 2—3 самостоятельных жилок с одним и тем же простиранием и падением, но отделенных друг от друга (по мощности) узкими (0.5—1 см) графит-турмалиновыми прослойками. Эти прослои часто припаяны только в одной жилке. По простиранию часть этих жилок срезывается тектоническими нарушениями, другие нормально выклиниваются (жила № 1, уч. № 2).

Какие выводы следует сделать из этих наблюдений?

1) Графитизация плагиогранит-порфира имела место после образования главных для месторождения Чердояк систем трещин. Предшествующее дробление плагиогранит-порфира являлось главным условием, подготовившим последующий захват кремнеземистыми растворами, ксенолитов этой породы. В зависимости от того, имела ли место графитизация по этим трещинам, ксенолиты в кварцевых жилах или графитизированы или нет. В эту фазу выделилось преобладающее количество графита. Выделение его, несомненно, предшествовало образованию кварцевых жил.

2) В подчиненном количестве графит приносился и позднее вместе с кремнеземистыми растворами. Кристаллизация новой порции материала сопровождалась опять образованием графита. Этим следует объяснить наличие выделений графита по трещинам в кристаллах берилла и касситерита. Не исключена возможность и вторичного переотложения графита, перенесенного рудоносными растворами в высокодисперсном состоянии.

Источником графита могли служить только углистые и органические вещества, содержащиеся в метаморфизованной осадочной толще D_3C_1, хотя вблизи месторождения карбонатные породы нигде на дневной поверхности не обнаружены.

О форме привноса углерода никаких данных не имеется. Можно высказать только предположение о том, что это могли быть углеводороды, так как в элементарном виде углерод не летуч, как это хорошо известно из металлургической практики. Против привноса углерода в виде кислородных соединений говорит отсутствие карбонатов. Предположение о предварительном окислении углерода осадочной толщи, переносе его и последующей регенерации до элементарного состояния не имеет под собой никакой фактической базы и явилось бы слишком произвольным.

Зонами графитизации с полным основанием пользуются на месторождении Чердояк как поисковым признаком на оловоносные участки. Это объясняется тем, что рудоносные кремнеземистые растворы пользовались теми же подводящими путями, что и растворы, из которых отлагались графит и турмалин. Однако известны случаи, правда редкие, когда кварц-турмалиновая жила находится в графитизированной зоне, но касситерита и шеелита не содержит, и, обратно, имеются кварцевые рудные жилы в неграфитизированных зонах. Это лишний раз доказывает необходимость различать графитовую фазу и собственно рудную, включающую образование кварцевых жил.

Турмалин встречается в пегматитовых и кварцевых жилах. Турмалин пегматитовых жил стоит по внешнему виду обособленно от турмалинов кварцевых жил. Так, если турмалины кварцевых жил отчетливо определяются как полихромные даже невооруженным глазом, то турмалин пегматитов макроскопически кажется черным. Кроме того, последний образует значительно более крупные кристаллы с диаметром в сечении,

перпендикулярном к оси, в 5 см и более. По оси Z длина кристаллов достигает 15—20 см. В кварцевых жилах подобных кристаллов не встречено. Под бинокулярной лупой турмалин пегматитов просвечивает, чаще с темнозеленой окраской, хотя наблюдалась и светлобурая. Иногда различная окраска присуща одному и тому же кристаллу. Таким образом, турмалин пегматитовых жил следует также отнести к полихромным разновидностям.

Турмалин кварцевых жил по своим морфологическим особенностям можно разделить на три разновидности. Первая разновидность представлена относительно крупным турмалином (турмалин I) — диаметр в плоскости, перпендикулярной к оси Z, доходит до 1 см, длина по оси Z до 5—7 см. Встречен в кварцевой жиле в нижней восточной расчистке уч. № 2 вместе с графитом. Никаких других минералов, кроме кварца, турмалина и в контактных зонах графита, в этой кварцевой жиле не найдено. Турмалин ориентирован длинной осью перпендикулярно ограничениям жилы. Вмещающая порода сильно турмалинизирована на расстоянии до 15—20 см от зальбандов.

Вторая разновидность — турмалин II — образует игольчатые кристаллы с диаметром 1—2 мм и длиной до 10 мм. Цвет макроскопически и под бинокулярной лупой — темно- и светлозеленоватый и светлобурый. Турмалин II встречается в графитизированном плагиогранит-порфире и в рудных кварцевых жилах, в последних как в призальбандовой части, так и по всему телу жил. В мощных жилах места вблизи выклинивания иногда состоят почти нацело из графит-турмалиновых скоплений. В этом случае иголочки турмалина ориентированы перпендикулярно к графитовым стенкам и, в отличие от графита, не обнаруживают следов катаклаза. Турмалин II одинаково часто как сечет касситерит и шеелит, так и является включенным в них. Трещины в кристаллах турмалина первой и второй разновидности заполнены светлым кварцем.

Третья разновидность турмалина (турмалин III) более зеленоватая, чем вторая, и имеет характерную волокнистую форму. Диаметр кристаллов достигает чаще всего только долей миллиметра, длина до 15—30 мм. Встречен в рудных кварцевых жилах в виде разветвляющихся струй и прожилков. В ряде обнажений на уч. № 2 удается заметить, что эти струи и прожилки проникают в рудные жилы по более крутопадающим трещинкам. Поперечные трещины в кварцевых рудных жилах не рвут ветвящиеся прожилки турмалина III, который на этом основании следует считать послерудным.

Измерение показателей преломления турмалинов иммерсионным методом дало следующие результаты:

	Nm	Np	Nm — Np
Турмалин пегматитов Кунушского массива	1.656 ± 0.002	1.625 ± 0.002	0.031
1-я разновидность турмалина кварцевых жил	1.648 ± 0.002	1.622 ± 0.002	0.026
2-я разновидность турмалина кварцевых жил	1.644 ± 0.002	1.623 ± 0.002	0.021
3-я разновидность турмалина кварцевых жил	1.652 ± 0.002	1.622 ± 0.002	0.030

Приведенная таблица показывает, во-первых, принадлежность всех исследованных образцов к полихромным разновидностям турмалинов, во-вторых, хотя и близкие значения показателей преломления и двупреломления, но все же достаточно разнящиеся, чтобы уловить их иммерсион-

ным методом и подтвердить полевое выделение трех разновидностей. Любопытно, что третья разновидность турмалина кварцевых жил по своим оптическим свойствам стоит между турмалином пегматитов и первой генерацией кварцевых жил, а вторая (рудная) разновидность по своим оптическим свойствам несколько обособляется. Характер и форма выделений указанных трех разновидностей турмалина, а также типичная ассоциация минералов для каждой из них позволяют считать их тремя различными генерациями.

Спектроскопический анализ описанных разновидностей турмалина дал следующие результаты:

Элементы	Турмалин пегматитовых жил	Турмалин кварцевых жил		
		1-я разновидность	2-я разновидность	3-я разновидность
B	Сильные линии			
Si	Очень сильные линии			
Fe	Сильные линии			
Mn	Сильные линии		Средние линии	
Al	Сильные линии			
Mg	Средние линии	Сильные линии	Средние линии	Сильные линии
Ca	Оч. слабые линии			Нет
Sr	Нет			
Ba	Нет			
Ti	Средние линии			
Be	Слабые линии	Средние линии	Очень слабые линии	Средние линии
Cr	Нет	Очень слабые линии	Очень слабые линии	Нет
Li	Средние линии	Слабые линии	Слабые линии	?
Rb	Нет	Нет	Нет	?
Cs	Следы	Нет	Нет	Нет
Na	Сильные линии			
K	Слабые линии	Слабые линии	Очень слабые линии	Нет
Ga	10^{-2} %	5.10^{-3} %	10^{-3} %	5.10^{-3} %
V	Нет	Выше средних линии	Средние линии	Выше средних линии
Sn	Очень слабые линии	Очень слабые линии	Следы линий	Очень слабые линии

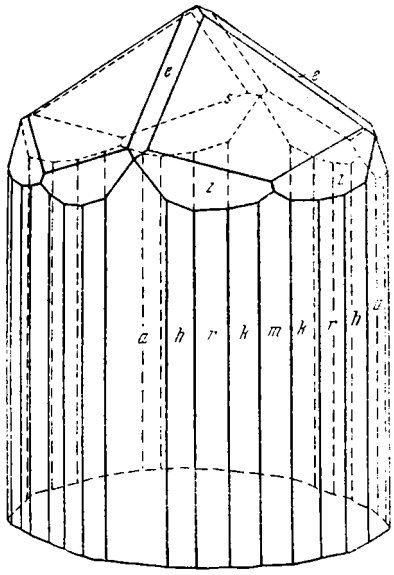
Данные спектроскопического анализа с несомненностью говорят о генетической близости всех четырех проанализированных образцов. Вместе с тем заслуживает внимания отсутствие ванадия в турмалине пегматитов, а также понижение содержания Li от турмалинов пегматитов к турмалинам кварцевых жил.

Полевые шпаты стоят несколько обособленно от всей приведенной выше ассоциации минералов. Если альбит белого цвета, встречающийся вместе с мусковитом и касситеритом на участке № 2 в мало распространенных и маломощных жилах, не меняет общей генетической картины месторождения, то заметное распространение микролина в кварц-турмалиновых жилах (преимущественно на участке № 1) остается несколько неясным. Эти так называемые кварц-полевошпатовые жилы представляют собой тела, в которых кварц макроскопически ничем не отличается от рудного кварца участка № 2. Кроме того, в этом кварцевом микроклиновом поле присутствует турмалин третьей разновидности и, наконец, мелкие кристаллики касситерита, по типу совершенно идентичные кристаллам участка № 2. Идиоморфные образования микроклина свидетельствуют о том, что он кристаллизовался раньше кварца. В период гипергенеза полевые шпаты каолинизируются.

Касситерит располагается преимущественно в призальбандовых частях жилы; характерна приуроченность его к ксенолитам вмещающих пород в кварцевых жилах. Морфологические особенности касситерита месторождения Чердояк заключаются в его цвете и форме. Здесь встречены разновидности касситерита от почти бесцветного до темнобурых. Любопытно, что один и тот же кристалл бывает различно окрашен. Так, базальная часть окрашена в темный цвет, центральные части почти бесцветны и наконец головка (грани пирамид) окрашена в темнобурый цвет. Наиболее распространена светлобурая окраска. Под микроскопом касситерит очень слабо окрашен в буроватые тона и почти не плеохроирует.

По форме выделения касситерит одинаково часто дает как зернистые скопления, вытягивающиеся в полосы, так и хорошо образованные кристаллы — одиночные и в виде друз. Ниже приводятся результаты гониометрического исследования кристаллов касситерита, произведенные Г. Д. Готман. Чертеж (фиг. 2) дан в идеальном развитии кристалла. Наблюдались грани:

Основная форма	Обозначения	Индексы
Тетрагональные призмы	*a*	010
	m	110
Дитетрагональные призмы	*r*	230
	h	120
	k	340
Тетрагональные бипирамиды	*s*	111
	e	011
Дитетрагональные бипирамиды . . .	*z*	231

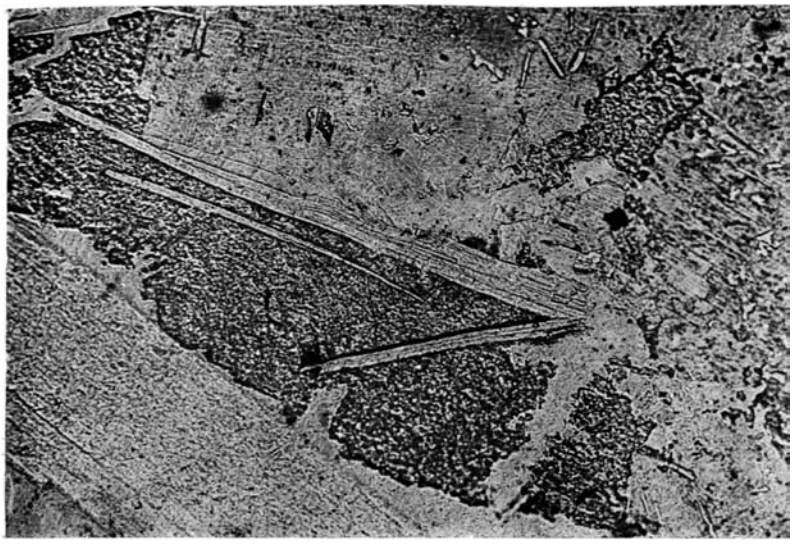


Фиг. 2. Кристалл касситерита в идеальном его развитии.

Главная грань призмы *a*. Все другие грани имеются на всех измеренных кристаллах, но не везде хорошо развиты. Главная грань бипирамиды *s*. Остальные грани (*e* и *z*) встречаются не на всех кристаллах и развиты значительно хуже. Кристаллы вытянуты по оси *Z* значительно больше, чем по двум другим почти одноразмерным осям. Значительно реже встречаются кристаллы уплощенные по одной из осей *X* или *Y* (плоские кристаллы). Кристаллографическая специфика касситерита с месторождения Чердояк — развитие граней *a* и *s*, отчасти *z*, и достаточно широкое развитие вообще граней тетрагональных призм, затем некоторое, а иногда и весьма значительное, удлинение по *Z* — весьма напоминает морфологические особенности гидротермального касситерита. Если учесть еще исключительно малое содержание ниобия и тантала в касситерите месторождения Чердояк, то отнесение его к пневмоэндогидатогенному типу получает достаточное обоснование.

О химическом составе касситерита можно судить по приведенным ниже анализам касситерита из кварцевой жилы (№ 1) и касситерита из

Фиг. 1. Хлоритизация биотита с выделением сфена, Чердояк (× 90).

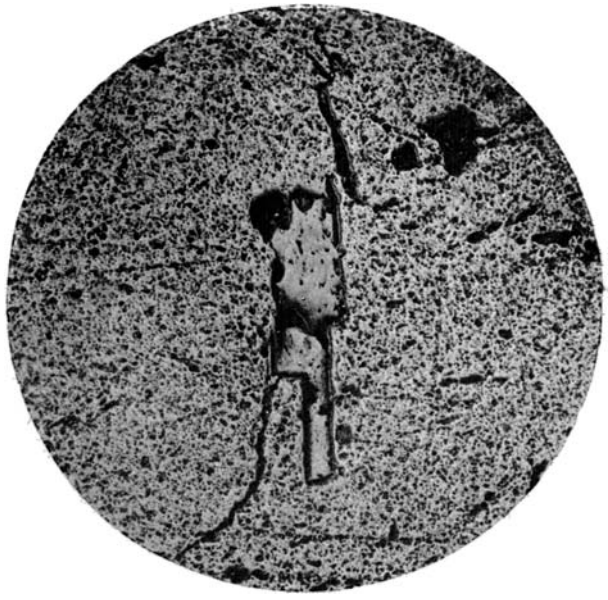


Фиг. 3. Взаимоотношения флюорита с мусковитом, Чердояк (× 90).

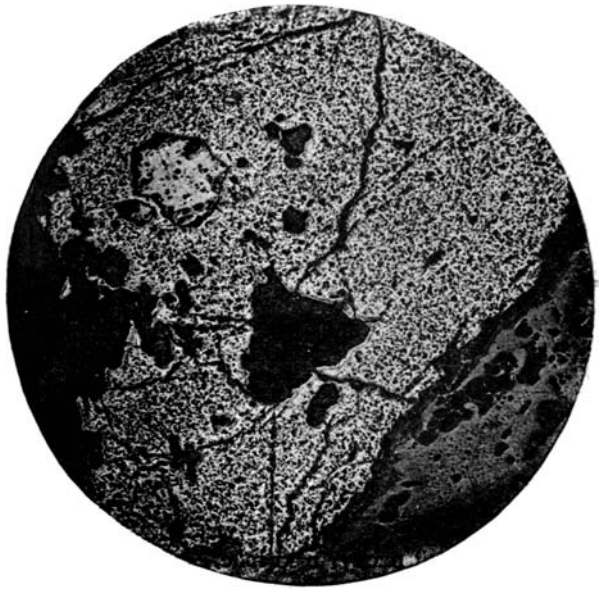
Фиг. 4. Замещение пирита мельниковитом, Чердояк (×86).

Фиг. 5. Взаимоотношения турмалина с пиритом, Чердояк (× 46).

Фиг. 6. Самородный висмут в кварце, Чердояк (× 75).



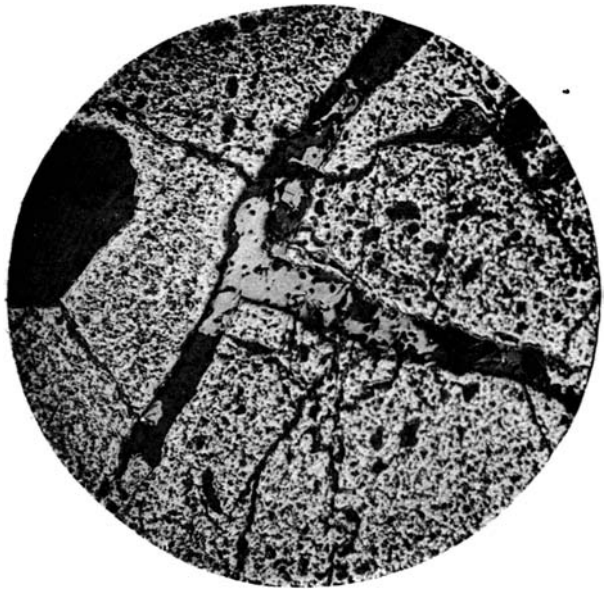
Фиг. 7. Включение халькопирита и самородного висмута в арсенопирите, Чердояк (× 86).



Фиг. 8. Включение пирротина в арсенопирите, Чердояк (× 46).

Фиг. 9. Включение пирротина в кварце, Чердояк (×75).

Фиг. 10. Арсенопирит, станнин, халькопирит, Чердояк (×75).



Фиг. 11. Прожилок станнина в арсенопирите, Чердояк (× 75).

Фиг. 12. Станнин в грейзене, Чердояк (× 86).

кварц-альбитовой жилы (№ 2), (аналитик Покровская, ИГН АН СССР). Цвет кристаллов — светлобурый.

№ обр.	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	CaO	MgO	CuO	PbO	WO_3	SnO_2	ZrO	Ta_2O_5	Nb_2O_5	Пот. при прок.	Сумма
1	0.86	0.88	0.08	0.20	Следы	0.16	Нет	Нет	Нет	0.044	97.32	0.05	?	?	0.27	99.81
2	0.12	0.30	Нет	0.10	Нет	0.12	Нет	—	—	Нет	99.27	Нет	Нет	0.005	0.05	99.96

Осадок на цирконий, ниобий и тантал в № 1 был столь мал, что вести определение на эти элементы не представлялось возможным. Рентгено-химическим анализом (лаборатория ИГН АН СССР, И. Б. Боровский) определено: $Nb_2O_5 = 0.05\%$, $ZrO = 0.1\%$, $Ta_2O_5 < 0.05\%$.

Спектроскопический анализ (проф. С. А. Боровик, ИГН АН СССР) дал следующие результаты:

Элементы	Касситерит кварцевых жил	Касситерит кварц-альбитовых жил	Элементы	Касситерит кварцевых жил	Касситерит кварц-альбитовых жил
Nb	Нет	Слабые линии	Mn	Слабые линии	Слабые линии
Ta	?	—	Cr	Очень слабые линии	»
Be	Нет	Очень слабые линии	In	Нет	Нет
Ag	Следы линий	Нет	Ge	»	»
Cu	»	Следы линий	Ga	»	»
Zn	Нет	Нет	Ba	»	»
Cd	»	»	Sr	»	»
Co	»	»	Ca	»	Следы линий
Ni	»	»	Si	Выше средних линий	Слабые линии
Bi	»	»	Mg	Следы линий	Следы линий
Sb	»	»	Al	Очень слабые линии	»
Pb	Слабые линии	Слабые линии	Fe	Средние линии	Слабые линии
Zr	Нет	Нет	Ti	»	Выше средних линии
Mo	»	»			
V	Слабые линии	Слабые линии			
W	?	?			

Парагенетически взаимоотношения с другими минералами характеризуются тем, что кристаллы берилла, альбита, арсенопирита и шеелита имеют включения идиоморфного касситерита. Мусковит и флюорит располагаются в межзерновом пространстве касситеритовых выделений или же секут их. Касситерит, таким образом, выделился раньше перечисленных минералов. Взаимоотношения касситерита с турмалином 2-й генерации таковы, что следует считать их одновременно выделившимися, — они включают друг друга и оба дают идиоморфные очертания. Однако период выделения этой разновидности турмалина несколько более растянутый, чем у касситерита. Встречено (полированный шлиф) пока только одно зерно касситерита, включающего самородный висмут. Все же резкого разрыва во времени выделения этих минералов не наблюдается. Все они, вместе взятые, представляют характерную касситеритовую ассоциацию для месторождения Чердояк.

Шеелит — второй после касситерита промышленный компонент месторождения Чердояк, но распространен он больше, чем касситерит. Цвет минерала желтовато белый. Форма выделения — обычно зернистые аггрегаты, достигающие в поперечнике 10—15 см. Шеелит очень редко образует

кристаллы бипирамидального облика. Встречается он только в кварцевых жилах и прожилках, не обнаруживается даже в окварцованных участках плагиогранит-порфира.

Парагенетические взаимоотношения шеелита характеризуются тем, что шеелит облекает идиоморфные кристаллы касситерита. Далее, иголочки турмалина 2-й генерации включены в шеелите, и вместе с тем такие же иголочки просекают зерна шеелита, что указывает на сближенность фаз выделения этих двух минералов. Весьма обычным спутником шеелита является флюорит, который располагается в междузерновом пространстве шеелита.

Взаимоотношения шеелита с бериллом и арсенопиритом показывают несколько более раннее начало кристаллизации шеелита по сравнению с бериллом и арсенопиритом. Главная фаза выделения шеелита, видимо, совпадает с периодом начала выпадения берилла и арсенопирита.

Мусковит — довольно распространенный в месторождении минерал. Наибольшее развитие мусковит (грейзеновая слюдка) получил в зонах околожильных изменений плагиогранит-порфира, преимущественно вокруг мощных меридиональных жил. Встречаются участки измененного плагиогранит-порфира, в которых мусковит играет роль существенного породообразующего минерала. Характерно, что такие осветленные грейзенизированные участки содержат значительные количества арсенопирита, меньше флюорита, иногда фиолетового цвета, и весьма редкие кристаллики светлого сфена.

В кварцевых жилах мусковит встречается редко. В отдельных кварцевых обособлениях он чаще всего ассоциируется с бериллом и альбитом, кристаллизуясь несколько позже их. На рудном участке № 2 встречаются маломощные (1—2—3 см) жилки, нацело состоящие из листочков мусковита. Мусковит образует щетки, ориентированные перпендикулярно к контактовой плоскости. Рост кристаллов мусковита шел одновременно от обеих стенок трещины так, что образуется симметричная текстура жилок. Центр прожилка представляет ослабленную плоскость, по которой вся жилка легко раскалывается, давая две идентичные половинки. Наконец, остается отметить присутствие мелкого мусковита в пегматитовых жилах Куну́шского массива.

Таким образом, мусковит приурочен: 1) к пегматитовым жилам, 2) к грейзенизированным участкам плагиогранит-порфира, 3) к кварцевым обособлениям, 4) к самостоятельным маломощным мусковитовым жилкам. Мусковит первых трех случаев следует отнести к пневматолитовым минералам, тогда как в четвертом он является скорее гидротермальным.

Альбит развивается, во-первых, в качестве продукта изменения плагиогранит-порфира (альбитизация) и, во-вторых, как жильный минерал кварц-полевошпатовых жил меридионального простирания на участке № 2. Альбитизация плагиогранит-порфира — явление достаточно распространенное, в особенности около древних меридиональных жил. Альбитизации подвергаются как микроклин, так и более основные плагиоклазы. Измерение в плоскости, перпендикулярной *PM*, дало плагиоклаз № 5—8.

Альбитизация микроклина отмечается также в кварц-полевошпатовых жилах участка № 1 и в пегматитах Кунушского массива. Альбит в маломощных рудных жилах участка № 2, встреченных в штольне № 4, — белый, часто дает хорошие кристаллографические очертания. Он ассоциирует с призматическим касситеритом светлых тонов, но образуется позже касситерита. В штольне № 5 встречены маломощные жилки, в которых белый альбит находится вместе с длинностолбчатым светлозеленым, почти белым бериллом. Показатели преломления этого альбита, определенные иммерсионным методом, равны: $Ng = 1.535 + 0.002$, $Np = 1.524 + 0.002$, $Ng—Np = 011$, что соответствует чистому альбиту.

Флюорит — довольно распространенный минерал. Встречается обычно в виде гнезд диаметром до 10—15 см. По окраске преобладают светло-зеленоватые или даже бесцветные разности; фиолетовый флюорит весьма редок и наблюдается лишь в виде очень небольших зерен. Имеются непосредственные переходы от фиолетовых оттенков к светло-зеленым. Флюорит, встречающийся в осветленном грейзенизированном плагиогранит-порфире, — светлозеленый и фиолетовый. В кварцевых жилах, в которых наблюдался только светлозеленый флюорит, он обычно ассоциирует с турмалином, шеелитом, реже с касситеритом и бериллом. Взаимоотношения флюорита с турмалином 2-й генерации характеризуются тем, что флюорит, с одной стороны, сечется последним, с другой, — включает иголки турмалина. Под микроскопом часто видно, как флюорит выполняет промежутки между кристаллами касситерита, шеелита и, значительно реже, мусковита (фиг. 3). Показатель преломления зеленоватого флюорита (иммерсия) $N=1.428+0.002$.

Берилл имеет незначительное распространение. Цвет минерала для крупных кристаллов — от светлозеленоватого до почти белого. Мелкие выделения часто более темно окрашены в те же зеленоватые тона. Размеры кристаллов от едва заметных невооруженным глазом до 10 см и больше по оси Z, по которой кристаллы обычно сильно вытянуты. Показатели преломления $Nm=1.580+0.003$, $Np=1.574+0.003$, $Nm-Np=0.006$. Встречен только в рудных кварцевых и кварц-альбитовых жилах. Для каждого типа этих жил отмечается характерная парагенетическая ассоциация берилла: в кварц-альбитовых жилах — альбит, кварц, берилл (сильно вытянут по оси Z), мусковит, реже арсенопирит и еще реже касситерит: в кварцевых жилах — кварц, берилл, касситерит, шеелит, турмалин, арсенопирит. В этих жилах наблюдались включения кристаллов касситерита в берилле или же облекание бериллом кристаллов касситерита только с одной стороны. Турмалин 2-й генерации часто находится в виде включений в берилле. Взаимоотношения арсенопирита с бериллом таковы, что говорят за одновременность их образования. Непосредственные взаимоотношения флюорита и шеелита с бериллом установить не удалось. Берилл иногда сечется мусковитом, чем и устанавливается последовательность их выделений. Спектроскопический анализ берилла дал следующие результаты (три креста — очень сильные линии; два — средние; один — слабые; минус — очень слабые; ноль — отсутствие):

Si	Ti	Al	Fe	Be	Ca	Mg	Mn	Li	Rb	Cs	Na	K	Cu	Cr	V
+–+	0	+++	+	++++	–	–	–	++	–	0.5%	+	–	–	0	0

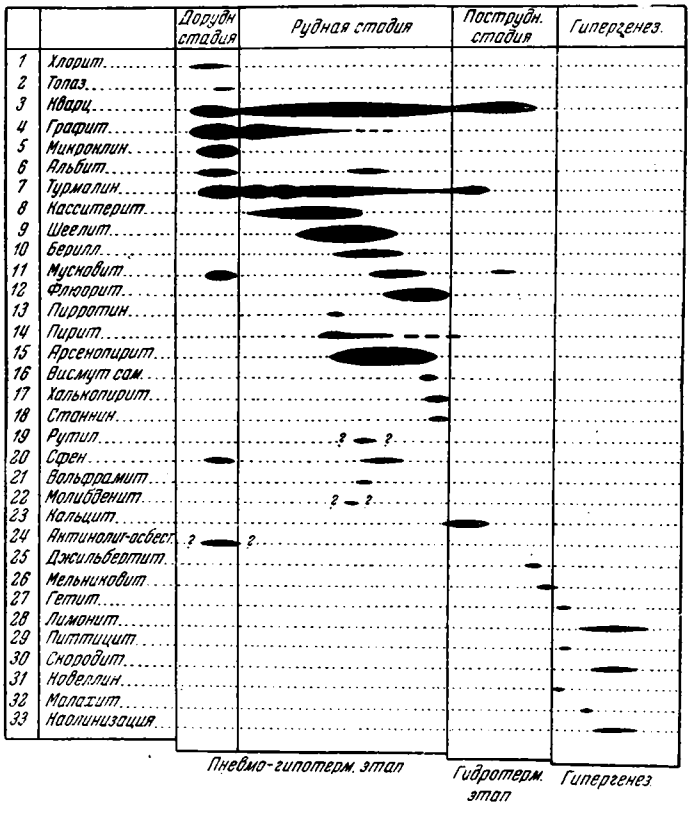
По спектроскопическим данным анализированный образец напоминает литиево-цезиевую разновидность берилла—воробьевит.

Арсенопирит по распространенности уступает только кварцу и турмалину; встречается в зонах околожильных изменений плагиогранит-порфира и в кварцевых жилах. Обычно представлен в виде хорошо выраженных сдвойникованных кристаллов, однако наблюдается и в зернистых скоплениях. Визуально наибольшие количества арсенопирита приурочены к измененному плагиогранит-порфиру. Кристаллизуется, повидимому, одновременно с шеелитом и бериллом. На дневной поверхности интенсивно протекают процессы окисления арсенопирита по обычному ряду: арсенопирит—питтицит—скородит. В результате образуются псевдоморфозы железных арсенатов по арсенопириту.

Пирит — распространенный в месторождении минерал. Встречается

как в кварцевых жилах, так и в измененном плагиогранит-порфире вместе с арсенопиритом. Известен в двух генерациях. Первая генерация пирита представлена редкими включениями в арсенопирите, частично замещенными мельниковитом (фиг. 4). Вторая генерация, более распространенная, чем первая, проявилась в виде тонких прожилков пирита по трещинам и в междузерновом пространстве кварца и турмалина (фиг. 5), а также в виде тонких пленок на плоскостях спайности шеелита и флюорита. Окисляясь, пирит переходит в водные окислы железа — гетит и лимонит.

Халькопирит — минерал менее распространенный, чем пирит, и обнаружен лишь при микроскопической обработке полированных шлифов. Халькопирит образует неправильные зерна по трещинкам кварца. Продукты гипергенного изменения халькопирита представлены ковеллином и малахитом.



Фиг. 13. Парагенетическая таблица минералов месторождения Чердояк.

Молибденит встречается исключительно редко и только в виде маленьких чешуек. Установить его место в парагенетическом ряду минералов не удалось, и в таблице он (фиг. 13) поставлен условно. Вольфрамит обнаружен в полированных шлифах совместно с шеелитом в виде единичных зерен.

Висмут самородный в виде мелких включений встречен в кварце (фиг. 6), пирите, арсенопирите (фиг. 7) и касситерите, но преимущественно вместе с халькопиритом среди турмалина 2-й генерации.

Пирротин в виде весьма мелких включений встречен в пирите и в арсенопирите (фиг. 8). Форма включений часто весьма причудливая. Пирротин наблюдается и в кварце, но, повидимому, лишь в том случае,

когда кварц образовался за счет метасоматического замещения пирита (фиг. 9).

Станнин обнаружен только при микроскопическом изучении рудных шлифов. Встречается в кварц-турмалиновых зонах вместе с халькопиритом (фиг. 10), затем в трещинках арсенопирита (фиг. 11) и наконец в грейзенизированных участках (фиг. 12). Отдельные зерна станнина имеют эмульсионную вкрапленность халькопирита.

Сфен встречается преимущественно среди продуктов разрушения биотита (фиг. 1) в измененных зонах плагиогранит-порфира. Непосредственно в кварцевых обособлениях наблюдается редко. Найденные образцы сфена представлены плоскими клиновидными кристаллами, очень светло окрашенными, с серовато-желтым оттенком, в ассоциации с мусковитом и флюоритом.

Рутил известен пока только в виде единичных находок темноокрашенного, почти черного рутила в ассоциации с кварцем, шеелитом и касситеритом.

Кальцит обнаружен впервые в 1938 г., редок. Макроскопически образует лучистые и пластинчатые аггрегаты серого или слегка сероватожелтого цвета. Скопления такого кальцита встречены в ассоциации с бериллом, арсенопиритом и кварцем. Отчетливо заметно, как кальцит разъедает грани берилла.

В качестве сводки парагенетических взаимоотношений минералов месторождения Чердояк приведена соответствующая таблица (фиг. 13).

ВЕРХНЕ-БАЙМУРЗИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Рудная пегматитовая дайка, в которой в настоящее время сосредоточены все запасы олова этого месторождения, залегает в пределах зоны эндоконтакта среднезернистого биотитового гранита варисцийского возраста. В этой зоне отмечается присутствие еще нескольких пегматитовых жил и тонких кварцевых прожилков, рудоносность которых пока не установлена. Среди этих жильных образований рудная пегматитовая дайка занимает особое положение как по своим размерам, так и по вещественному составу. Рудная дайка имеет меридиональное простирание с падением на запад под углом 65—75°. Общая протяженность дайки пока полностью не установлена. За пределами расчищенной части, достигающей уже 1800 м, она прослеживается по отдельным выходам как на север, так и на юг. Мощность колеблется в пределах от 1 до 4 м. Резкие раздувы и пережимы отсутствуют. Дайка представляет собой, таким образом, довольно правильное плитообразное тело, разбитое, правда, трещинами северо-западного и северо-восточного простирания с амплитудой смещения от нескольких сантиметров до 3 м. Параллельно этой основной дайке к западу, а в северной ее части и к востоку, обнаружены еще рудные пегматитовые тела. Расстояние от главной дайки до других рудных жил колеблется в пределах от 1 до 15 м. Вещественный состав западных жил вообще аналогичен главной; восточные же имеют существенные отличия. Так, главная дайка и западные жилы — существенно сподуменсодержащие, тогда как в восточных жилах сподумен или совсем отсутствует или же проявляется к качестве акцессорного минерала.

Контакт главной дайки с вмещающим гранитом интрузивный. Сам гранит в контактовой зоне местами сильно мусковитизирован и турмалинизирован. Местами же гранит в контакте разлистован, и рудное тело резко отделяется от вмещающей породы, часто со следами шрамов и бороздок, свидетельствующих о местных подвижках по контактной плоскости. Местами в пространство между дайкой и гранитом прони-

кали кремнеземистые растворы, образовавшие небольшие кварцевые прожилки.

Минералогический состав рудной дайки. Макроскопически определены: кварц, микроклин, сподумен, альбит, мусковит, гранат, топаз, турмалин, берилл, касситерит, колумбит, апатит, Mn—Fe-фосфаты, пирит, джильбертит.

Калиевый полевой шпат (микроклин и микроклин-пертит) располагается в дайке в призальбандовой части и отдельными небольшими блоками в осевой части рудного тела. Обычно светлорозового оттенка, реже — серый. Подвергся весьма мощному процессу альбитизации, так что в ряде полевошпатовых блоков калиевый полевой шпат сохранился только в форме реликтов.

Сподумен по количественному признаку является одним из ведущих жильных минералов. Пространственно располагается по всей длине дайки. Непосредственно в зальбанде и в центре дайки сподумен образует кристаллы длиной до 0.5—1 м, большей же частью достигает 10—30 см по длинной оси. Толщина кристаллов варьирует в пределах нескольких сантиметров (до 5—6 максимум). Таким образом, сподумен образует вытянутые, относительно тонкие кристаллы, в общем ориентированные к плоскости контакта под углами, близкими к прямому. Мелкие же кристаллы расположены в безразличном к плоскости контактов положении.

Более крупнозернистый сподумен отмечается в северной и центральной частях дайки. В южной части дайки сподумен большей частью среднезернистый (5—6 см). Кристаллы сподумена разбиты системой трещин, ориентированных под косым углом к длинной оси кристалла и выполненных преимущественно кварцем, реже альбитом и мусковитом. По этим же трещинам, а также на плоскостях спайности сподумен покрыт буровато-черной каемкой, состоящей из марганцово-железистых окислов.

Сподумен подвергся интенсивному метасоматическому замещению. Таких метасоматических изменений наблюдается три. Наиболее обычно превращение сподумена в аггрегат мелкочешуйчатой, белой с шелковистым блеском слюдки или в вещество зеленого цвета, плотного криптокристаллического облика; это вещество, повидимому, также является слюдой, но другого состава. Указанные выше изменения сподумена протекают без нарушения формы кристаллов, т. е. образуются псевдоморфозы слюдистых аггрегатов по сподумену. Третье изменение сподумена выражается в превращении его в порошковатый аггрегат розового цвета. Это изменение сопровождается выделением кварца и приурочено преимущественно к трещинам спайности сподумена. Идентифицировать это новообразование с каким-либо минералом пока не удалось. Образование вещества розового цвета — явление весьма ограниченное, отмеченное только в самой южной части дайки. Известны единичные случаи, когда бывший кристалл сподумена нацело перешел в зеленый аггрегат и только примерно в середине кристалл перепоясан узкой, около 3—4 мм ширины, полоской белой шелковистой слюдки. Макроскопически определить хронологическую последовательность между образованием шелковистой и зеленой слюдок не представилось возможным.

Сподумен подвергся катаклазу, и следы этого воздействия сохранялись в сподумене больше, чем в каком-либо другом минерале дайки.

Явление изогнутости кристалла и даже полная их развальцовка наблюдается весьма часто. Особенно подверглись развальцеванию псевдоморфозы белой шелковистой слюдки по сподумену. Для «зеленых» псевдоморфоз это явление не наблюдалось. Ниже приводятся результаты химических анализов сподумена и светлых слюдок (аналитик И. М. Шумило).

	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MnO	MgO	K_2O	Na_2O	Li_2O	H_2O-	H_2O+	F	Cl	Сумма
Сподумен	64.20	Следы	26.98	0.20	0.28	0.06	0.05	0.10	0.11	0.23	6.95	0.12	0.57	Нет	Следы	99.84
Зеленая слюдка	48.30	»	35.19	0.47	0.42	0.06	0.15	0.16	10.16	0.25	—	0.32	4.63	0.12	»	100.11
Белая слюдка	60.32	Нет	25.86	0.32	0.28	0.08	0.02	0.05	3.98	7.21	—	0.08	1.83	Нет	Нет	100.03

Пересчет весовых количеств на молекулярные дает следующие эмпирические формулы анализированных минералов:

Сподумен { эмпирич. формула . . . . . $Li_2O\ 1.1\ Al_2O_3\ 4.4\ SiO_2$
теоретич. формула . . . . . $Li_2O\ Al_2O_3\ 4\ SiO_2$

Зеленая слюдка { эмпирич формула . . . . . $2.2H_2O.K_2O.3Al_2O_3.SiO_2$
теоретич. формула (мусковит) . . . . . $2\ H_2O.K_2O.3Al_2O_3.6SiO_2$

Белая слюдка . . . . . $2.4H_2O.K_2O.2.5Na_2O.6Al_2O_3.24SiO_2$

Под микроскопом белая слюдка оказалась тонкозернистым аггрегатом, состоящим из слюдки и альбита, разделить которые не удалось. Следовательно, анализировавшийся материал представлял собою механическую смесь белой слюдки и альбита. Суммарный анализ пересчитываем на минералы таким образом, что 1) окись натрия считаем принадлежащей альбиту, 2) по этому окислу рассчитываем потребное количество других окислов, 3) вычитаем из общего количества суммарного анализа соответствующие количества окислов, падающих на альбитовую молекулу ($NaAlSi_3O_8$), 4) остаток относим на счет белой слюдки, тогда получим:

$$2.4H_2O.K_2O.2.5Na_2O.6Al_2O_3.24SiO_2 \rightarrow 5NaAlSi_3O_8 + 2.4H_2O.K_2O.3.35Al_2O_3.9SiO_2$$

Последняя молекула отличается от теоретической молекулы мусковита повышенным содержанием глинозема и весьма высоким содержанием кремнезема. Избыток кремнезема может быть частично объяснен механической примесью кварца, что, вероятно, имеет место и в анализе зеленой слюдки. Все же следует отметить, что по литературным данным известны разновидности мусковита, обогащенные кремнеземом фенгиты). Химический анализ слюдистых псевдоморфоз по сподумену с несомненностью указывает на вынос лития и замещение его калием и натрием. Характерно, что в слюдистом материале химически литий не устанавливается вовсе, что свидетельствует о весьма полном выносе лития при образовании слюдистых (мусковитовых) аггрегатов. В работе «К вопросу об оловоносных пегматитах» (Изд. Акад. Наук, 1938, № 3, серия геологическая) автору уже приходилось отмечать подобный факт, когда в оловоносных пегматитах (Туркестанский хребет) сподумен метасоматически замещается не лепидолитом, а калиевой слюдкой, содержащей, кроме того, рубидий и цезий. В указанной работе было высказано предположение о том, что замещение сподумена слюдкой мусковитового типа является следствием повышенной способности воды в надкритической области системы разъедать «сухие» силикаты. Учитывая, что этот процесс налагается на процесс альбитизации, ведущий к переводу калия из кристаллической решетки микроклина в жидкую фазу, образование именно калиевой слюды, а не литиевой, становится понятным. Пути дальнейшей миграции ионов лития, вытесненных более сильной калиевой щелочью, естественно, зависят от конкретных условий и прежде всего обусловливаются составом жидкой фазы, в частности содержанием в ней фосфорной кислоты. Имеющийся в распоряжении автора материал по Верхне-Баймурзинской оловоносной сподуменовой

дайке не позволяет пока с достаточной достоверностью указать дальнейшую историю лития, и потому этот вопрос остается пока открытым.

Спектроскопический анализ на редкие щелочи в сподумене и в слюдистых псевдоморфозах дает:

	Li	Rb	Cs
Сподумен	Главный элемент	Следы	Нет
Зеленая слюдка	Следы	0.01%	Следы
Белая слюдка	»	0.01%	Нет

Данные рентгено-химического анализа:

Зеленая слюдка . . . . { Rb = 0.2 %, Zr = 0.05%, Mo = 0.1 %

Белая слюдка . . . . . Rb + 0.05%

Несмотря на известное расхождение цифр одно несомненно, что в слюдистых псевдоморфозах концентрация рубидия и цезия не имеет места.

Альбит в дайке представлен двумя разновидностями: 1) белый сахаровидный и 2) пластинчатый (клевеландит). Белый сахаровидный альбит чаще всего встречается в осевых частях дайки в виде блоков, имеющих несколько округлую форму. Часто пропитан буровато-черным веществом.

Клевеландит встречается в призальбандовой части дайки и выполняет вместе с кварцем промежутки между крупными кристаллами сподумена. Имеются единичные случаи выполнения трещин в сподумене клевеландитом. В дайке весьма интенсивно проявился процесс замещения калиевого полевого шпата как сахаровидной, так и клевеландитовой разновидностями альбита. Иногда периферия полевошпатового блока представлена белым альбитом и только центр блока — розоватым калиевым шпатом. Блоки сахаровидного альбита в центре дайки также представляют собой результат метасоматического замещения калиевого шпата Альбитизированные участки дайки часто содержат вкрапленность касситерита. Пространственные взаимоотношения касситерита и альбита указывают на сближенность фаз выделения этих двух минералов. В альбитизированных участках встречены также редкие кристаллики колумбита.

Мусковит (грейзеновая слюдка). Крупнопластинчатый мусковит, который обычен в так называемых слюдяных пегматитах шерло-мусковитового типа (по А. Е. Ферсману), в рассматриваемой дайке не встречается. Мусковит представлен только в форме мелкой белой или светло-зеленоватой слюдки. В дайке мусковит располагается либо редкими небольшими скоплениями, либо в форме растекающихся прожилков и струй. Последние состоят из мусковита и кварца, причем кварц преобладает количественно над мусковитом. В этих грейзеновых местах имеется вкрапленность касситерита и первичных синевато-черных марганцово-железистых фосфатов. Иногда мусковит выполняет трещинки в касситерите, реже встречается по трещинам сподумена и калиевого полевого шпата. Сравнение интенсивности проявления процессов альбитизации и грейзенизации показывает, что грейзенизация носит подчиненный характер по отношению к альбитизации.

Касситерит — главный рудный минерал дайки. Имеет буровато-черный цвет, обычный для месторождений пегматитового типа. Хорошо ограненные кристаллы не встречены; наиболее часто развиты грани пирамиды. Обычно наблюдается в форме зерен и обнаруживается во всех частях дайки, но в зальбандовой части проявляется только в том случае, если полевой шпат представлен альбитом. В центральных частях дайки, в кварц-мусковитовых прожилках и струях, в блоках сахаровидного альбита и в местах скопления клевеландита касситерит обычен. Исключительно редко встречается в трещинках сподумена. Однако, если трещины выполнены кварц-мусковитовым аггрегатом или альбитом, то

в этом случае появляется и касситерит. Трещины в касситерите выполняются преимущественно кварцем, реже мусковитом, но не альбитом. В неизмененном калиевом полевом шпате касситерит не встречается, и можно утверждать, что касситерит появляется там, где прошли процессы альбитизации и грейзенизации, и поскольку в дайке нет зональной приуроченности этих двух процессов, постольку нет и приуроченности касситерита к каким-либо строго ограниченным зонам рудного тела. В альбитизированных и грейзенизированных участках дайки касситерит присутствует в виде мелкой (2—4 мм) и редкой вкрапленности. Отдельные места скопления касситерита не переходят в так называемую кустовую форму оруденения. Касситерит, таким образом, сравнительно равномерно распределен по всему телу дайки, с той только оговоркой, что северная и южная оконечности дайки несколько более бедны касситеритом, чем центральные части.

В жилах, параллельных главной дайке, касситерит встречается в тех же формах, как и в главной. Следует отметить, что ряд восточных жил на северном участке месторождения, отличных по минералогическому составу от главной дайки (отсутствие сподумена), также является рудоносным. Касситерит в них приурочен к альбитизированным и грейзенизированным участкам.

Химический (%) анализ касситерита (аналитик И. Д. Старынкевич-Борнеман).

SnO_2	SiO_2	TiO_2	ZrO_2	WO_3	Ta_2O_5	Nb_2O_5	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	MnO	Пот. при прок.	Сумма
96.97	0.06	0.23	0.15	Нет	1.22	0.74	Нет	0.55	Нет	Нет	0.03	0.07	100.02

Спектроскопический анализ касситерита (анализ проф. С. А. Боровика):

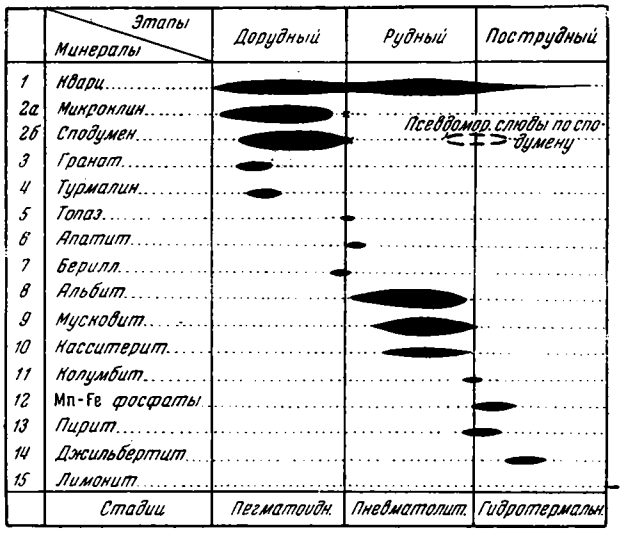
Sn	Преобладающий элемент	Be	не обнаружен
Nb	Выше средних линий	Ag	»
Ta	» » »	Cu	»
Zr	» » »	Zn	»
Hf	Средние линии	Bi	»
Mn	» »	As	»
Ti	» »	Sb	»
Fe	Слабые линии	Pb	»
Si	» »		
Ga	Следы линий	W	»
In	» »	Ge	»
Al	» »	Na	»
Mo	» »	Ca	»
		Mg	»
		Cr	»

При сравнении химических анализов касситерита из месторождения Чердояк и из Верхне-Баймурзинского особенно бросается в глаза различие в содержании Ta_2O_5 и Nb_2O. Если в первом эти окислы содержатся в весьма небольших количествах, то во втором содержание их равно 1.96%, что указывает различный генезис касситерита.

Колумбит — редкий для дайки минерал. Встречается в клевеландите и грейзенизированных участках. Найден пока только в центральной части дайки, но можно ожидать, что при дальнейшем вскрытии дайки колумбит будет встречен и в других ее частях.

Что касается остальных минералов, то отметим только кратко то, что апатит, турмалин, гранат, берилл и топаз в качестве акцессориев встречаются чаще в приконтактовых зонах дайки. Пирит проявляется в виде редкой вкрапленности, главным образом в северном участке месторождения; он почти нацело превращен во вторичные окисные соединения. Значительно большим распространением пользуются фосфаты, особенно сине-черные разности, то дающие налеты, пленки на мусковито-сподумене и альбите, то образующие самостоятельные гнезда. Разрушаясь, переходят в марганцово-железистые окислы и в какие-то вторичные желтые и оранжевые порошковатые массы. В качестве акцессорного минерала в кварцевых скоплениях и прожилках по трещинам сподумена и полевого шпата встречен зеленовато-синий апатит в форме тонких иголочек и призм.

Последовательность минералообразования. Полевые наблюдения с несомненностью показывают, что образование рудной дайки представляет единый процесс остывания пегматитового расплава. Однако в этом едином процессе можно различить ряд стадий, характеризующихся образованием вполне определенных минералогиче-



Фиг. 14. Парагенетическая таблица минералов В.-Баймурзинского месторождения.

ских ассоциаций. В некоторый начальный период по рудоподводящим каналам в открывшуюся трещину биотитового гранита внедряется пегматитовый расплав, который при своем остывании образует характерную ассоциацию минералов: кварц, калиевый полевой шпат, сподумен и, в качестве акцессориев, гранат и турмалин в зальбандах дайки. На этом, в сущности, могла бы окончиться история остывания этого пегматитового расплава. Образовалась бы безрудная сподуменовая дайка. Однако, пользуясь имеющимися рудоподводящими к дайке каналами, проникла следующая порция материала (вероятно, в форме флюидов), из которой выкристаллизовался опять кварц, а из новых минералов — альбит, касситерит, колумбит, мусковит, апатит и, может быть, другие фосфаты. К этому же периоду следует отнести процессы альбитизации, грейзенизации и оловянного оруденения. Эта вторая стадия формирования дайки отвечает так называемому пневматолитовому этапу остывания пегматитового расплава. В эту стадию имел место привнос огромной массы нового материала, отложившегося по всему телу дайки, в результате чего радикально изменился химический, а следовательно и минера-

огический, состав ее. Из этого следует тот весьма важный практический вывод, что рудоносность дайки, связанная со второй стадией, ряд ли сколько-нибудь заметно будет изменяться с глубиной.

Третья стадия минералообразования носит уже совершенно иной изико-химический характер — это стадия господства гидротерм. Теперь ачинают образовываться сульфиды, джильбертит, и к этому же вреени следует, вероятно, отнести образование слюдистых псевдоморфоз о сподумену.

Если первую стадию минералообразования кратко обозначить орудным этапом, то вторую можно назвать рудным, а третью — послеудным. Последовательность минералообразования дана на фиг. 14.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На примере краткого обзора минералогии месторождений Чердояк и ерхне-Баймурзинского показаны два типа характерных минералогических ассоциаций редкометалльного оруденения Калба-Нарымской рудой провинции. Верхне-Баймурзинское месторождение по своему минералогическому составу, несомненно, относится к типичным пегматитовым образованиям с характерной для этого типа связью оловянного руденения с процессом альбитизации (и грейзенизации). При этом новым для Калбинского хребта является открытие значительного литиевого оруденения (сподумен) пока в пределах одной мощной дайки; до их пор литиевые минералы (лепидолит, рубеллит) в Калбинском хребте ассматривались скорее в качестве «минералогической находки». Открыие в 1938 г. Верхне-Баймурзинской дайки заставляет пересмотреть тот взгляд и по-новому ставит вообще вопрос о мощности постмагматических и в том числе рудных проявлений калбинского плутона. На яду с введением в эксплоатацию одних оловянных точек и разведкой ругих задача поисков новых точек для Калбинского хребта и расшировка его металлогении остается весьма актуальной, не уступающей о своему значению первым двум.

Нам представляется далее, что не лишена основания постановка абот по ревизии некоторых «забракованных» месторождений Калбы, отя бы на том основании, что этой участи едва не подвергся Чердояк Нарымский хребет) — это весьма интересное промышленное оловянно-ольфрамовое месторождение, минералогическая ассоциация и структура удного тела которого выделяют его из всех оловянных точек Калба-Нарыма. По своему генетическому типу Чердояк ближе всего подходит некоторому промежуточному пневмо-эндогидатогенному типу. Сопоставление только двух разобранных месторождений свидетельствует различных температурах оловянного оруденения и о разнообразии труктурных форм рудного поля редкометалльного оруденения интересующего нас района. В общем по Калба-Нарымской рудной провинции ы скорее находимся в начале, а не в конце расшифровки ее металлоении.

M. F. STRELKIN

ON THE MINERALOGY OF THE CHERDOYAK AND UPPER BAIMURZA TIN DEPOSITS (THE KALBA-NARYM PLUTONIAN)

Summary

Due to investigations of the few recent years the Kalba-Narym Range has become ominent as one of the chief tin-tungsten provinces of the Soviet Union. The mode genesis of the tin-tungsten deposits of the Kalba-Narym region makes them ferable to the pegmatite and pneumatolytic types. The present paper gives mineralogical survey of two principal deposits oftin in the Kalba-Narym region.

1. The Upper-Baimurza deposit is a typical stanniferous pegmatite. Yet, in distinction from other stanniferous pegmatites of the Kalba-Narym Range in the Upper Baimurza deposit spodumene is widely developed liable to become an object of commercial mining. The tin mineralization is related to processes of albitization of microcline-spodumene-quartz pegmatite. The process of albization in this deposit has been recurring.

2. The second deposit under consideration, Cherdoyak, has peculiar mineralogical features. The Cherdoyak deposit represents a rare type of the graphite tourmaline-quartz veins with scheelite and cassiterite. Sulphides (arsenopyrite pyrite, chalcopyrite, stannite) play a prominent part in this deposit. According to its genesis the Cherdoyak occurrence may be referred to deposits of the pneumo-endo-hydatogene type.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

ВЫПУСК 51 МИН.-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СЕРИЯ (№ 11) 1941

Главный редактор акад. *А. Е. Ферсман* Отв. редактор *О. Д. Левицкий*

И. Г. ЧЕНЦОВ

ИМАЛКИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ КАССИТЕРИТА (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)[1]

ВВЕДЕНИЕ

Ималкинское месторождение расположено в 9 км к юго-западу от ближайшего к нему поселка Новый Дурулгуй Оловянинского района.

Генетически месторождение связано с гранитами Ново-Дурулгуевского массива, расположенного на крайнем юге центральной оловянно-вольфрамовой полосы Восточного Забайкалья, по металлогеническому делению этой области С. С. Смирновым (1936).

Район представляет собой горную страну, расчлененную системой мелких речек (Ималка, Дурулгуй) и падей преимущественно северо-западного направления и многочисленными распадками, имеющими направление, близкое к меридиональному. Эрозия расчленяет массив на ряд сопочных хребтов и отдельных изолированных сопок. В результате преобладающего северо-западного и северного направления эрозии хребты имеют поперечное направление по отношению к северо-восточному протяжению массива. Абсолютные наибольшие высоты массива доходят до 1153.5—588.7 м; относительные высоты над долинами рек Ималки, Дурулгуя и Онона 250 м и редко 350—400 м.

ИЗУЧЕННОСТЬ РАЙОНА

Ново-Дурулгуевский гранитный массив изучен очень слабо. Впервые геологическая съемка была произведена в 1931 г. геологом Г. Н. Рудзит в масштабе 1 : 200 000 на двухверстной топографической основе. После этой съемки, давшей лишь самые краткие сведения о строении района, более детального геологического картирования не производилось. При съемке в грейзенизированных участках некоторых пегматитовых жил в области северо-восточного экзо- и эндоконтакта был обнаружен касситерит. В 1934 г. разведочная партия треста «Забайкалолово» (нач. партии А. И. Козлов) не обнаружила промышленных скоплений касситерита в этих пегматитовых жилах. Грейзенизированные участки в них оказались небольших масштабов, лишенными практического значения. Новых рудных жил обнаружено не было, но были доставлены образцы кварца из пади Нукорушкиной с богатым содержанием касситерита. В 1935 г. поисковая партия ВСО СНОР под руководством Г. С. Кряжева, пользуясь этими данными, открыла несколько оловоносных жил у пади Нукорушкиной и россыпи касситерита в падях Нукорушкиной. Кукушибыр и Аранжур, содержащие также небольшие количества шеелита и вольфрамита.

[1] Статья составлена на основании материалов, собранных автором при изучении коренного Ималкинского месторождения касситерита летом 1937 г.

В 1936 г. открытые в предыдущем году россыпи и жилы разведыва лись. Особенно богатой касситеритом оказалась падь Нукорушкин В бортах пади канавами было вскрыто большое количество кварцевы жил; в некоторых из них был обнаружен касситерит. В западной част массива были обнаружены кварцевые жилы с вольфрамитом (месторо ждение Шенисытуй). В области западного контакта в россыпях Верхне Ималкинской пади был найден касситерит, а в осыпях встречен квар с арсенопиритом.

В 1937 г. началась разработка оловоносной россыпи пади Нукору киной и продолжались поиски и разведки новых жил по бортам пад Россыпь пади Нукорушкиной и прилегающие к ней рудные жилы носят название Ималкинского месторождения по названию протекающе в 2 км к юго-западу от него р. Ималки.

ГЕОЛОГИЯ РАЙОНА

Район Ималкинского месторождения сложен фаунистически немо песчано-сланцевой толщей предположительно палеозойского воз раста. Песчаники состоят из полевошпатовых и кварцевых зерен биотита, сцементированных глинистым цементом. Они мелкозернист (d=0.5 мм), причем южнее, у границы с Монгольской Народной Респу ликой, становятся еще более мелкозернистыми и тонкослоистыми и пе реходят в песчанистые сланцы. Сланцы, окрашенные в черный цве имеют тот же минералогический состав, что и песчаники. Среди ни встречаются как тонко-, так и грубослоистые пласты. Наблюдается че редование темных и светлых полос; первые состоят из биотита с пр месью углистого вещества, вторые из кварца и полевого шпата. Геол гическая структура толщи, изученная слабо, в общих чертах являетс складчатой с северо-восточным простиранием складок, опрокинутых н СЗ. По Рудзиту в верхнеюрские или меловое время песчанико-сланц вая толща прорвана интрузией Дурулгуевского гранитного массива, о наженная площадь которого составляет около 200 км². Массив вытян согласно с общей геологической структурой района с ЮЗ на СВ. К боле позднему периоду относится появление разнообразных эффузивов, ра витых к югу от Дурулгуевского и представленных базальтами, андез тами и более кислыми разновидностями порфиритов. Между всем этими разновидностями наблюдаются непрерывные переходы.

В Ново-Дурулгуевском гранитном массиве установлены следующи разновидности гранитов (по М. Н. Манис):

1. Мусковитовый гранит; слагает юго-юго-западную часть массив площадью около 20 км². Минералогический состав: ортоклаз, микро клин, плагиоклазы ряда альбит-олигоклаз, кварц, мусковит. Структур гипидиоморфнозернистая. К северу и северо-востоку эта разновидност постепенно переходит в порфировидный биотитовый гранит.

2. Порфировидный биотитовый гранит; слагает юго-западную час массива. Минералогический состав: микроклин, альбит-олигоклаз, квар биотит и немного мусковита. Плагиоклаз образует порфировидны вкрапленники.

3. Мелкозернистый двуслюдистый гранит; занимает $^1/_3$ обнаженно площади массива; слагает центральную и юго-восточную его части. С став: микроклин, альбит-олигоклаз, кварц, мусковит, биотит.

4. Роговообманково-биотитовый крупнозернистый порфировидны гранит: занимает, так же как и двуслюдистый гранит, около $^1/_3$ пл щади всего массива и слагает главным образом северо-восточную е область. Минералогический состав: ортоклаз, ортоклаз-пертит-микр клин, плагиоклаз (альбит-олигоклаз), кварц, амфибол (мало), биот (немного). Акцессорные минералы — апатит, рутил.

5. Пегматоидный гранит; слагает незначительную площадь в южн

части массива и далее к югу переходит на территорию Монгольской Народной Республики. Состав: ортоклаз, альбит-олигоклаз, кварц, биотит, обыкновенная роговая обманка (мало).

6. Гнейсированный роговообманково-биотитовый гранодиорит; распространение этой разновидности незначительно и ограничивается площадью Ималкинского месторождения. Состав его: плагиоклазы от № 11—17 до № 30—37 и даже до № 50, ортоклаз и ортоклаз-пертит, роговая обманка, биотит, кварц, сфен, циркон, апатит. Более подробные сведения об этой разновидности гранита даются в связи с описанием Ималкинского месторождения.

Перечисленные разновидности гранитов Дурулгуевского массива являются фациями одной интрузии. Не вполне ясен лишь этот вопрос в отношении Ималкинского гнейсированного гранодиорита. Последний нам представляется более ранним, чем остальные разновидности (см. ниже). Наличие в граните ксенолитов осадочно-метаморфических пород и сохранившиеся в нескольких местах небольшие участки кровли, показывают, что эрозией сняты лишь верхи интрузии.

С гранитовой интрузией связаны многочисленные жилы: аплитовые, аплит-пегматитовые, пегматитовые, пегматоидные, пневматолитовые полевошпатовые, кварцево-полевошпатовые, кварцево-турмалиновые с полевым шпатом и бериллом, кварцевые и гидротермальные кварцевые низкотемпературные.

Жилы имеют широкое распространение как в граните, так и в вмещающей его песчанико-сланцевой толще. В юго-западном экзоконтактном ореоле наблюдается преимущественное развитие кварцевых жил. В северо-восточной части широко развиты пегматитовые жилы, сменяющиеся кварцевыми жилами по мере удаления от контакта. Северо-западный экзоконтакт беден жилами.

Минералами жил являются ортоклаз, ортоклаз-пертит, кислый плагиоклаз, альбит, кварц, гранат, турмалин, мусковит, биотит, берилл, даналит, апатит, колумбит, вольфрамит, касситерит, арсенопирит, молибденит, шеелит, флюорит и др. В экзоконтактовой области интрузии местами развиты турмалинизация и ослюденение, а также нередко мигматизация вмещающих пород гранитом.

ИМАЛКИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ КАССИТЕРИТА

Гранодиорит. Месторождение приурочено к юго-восточной части Дурулгуевского массива. Вмещающими породами оловорудных жил является гнейсированный роговообманково-биотитовый гранодиорит. Это — среднезернистая порода с редкими порфировыми вкрапленниками плагиоклаза, богатая темноцветными минералами — роговой обманкой и биотитом. По своему облику, текстуре и составу эта разновидность гранодиоритов, слагающих Дурулгуевский массив, резко отличается от всех остальных. Во всех других содержание темноцветных компонентов нормальное или даже пониженное по сравнению с нормальными гранитами, только в гранодиорите Ималкинского месторождения среднее весовое содержание роговой обманки и биотита достигает 20%, а иногда и больше. В сравнении с другими разновидностями гранитов массива гранодиорит Ималкинского месторождения на ряду с большим содержанием роговой обманки и биотита содержит больше плагиоклазов, притом более основных, и гораздо меньше калиевого полевого шпата. Содержание кварца в гранодиорите невысокое.

Главная масса плагиоклазов принадлежит к кислым андезинам № 30—37. Плагиоклазы № 11—17, альбиты и альбит-олигоклазы сравнительно с первыми редки. Основные андезины № 48—52 представлены редкими порфировидными вкрапленниками, но встречаются и среди основной массы плагиоклазов. В плагиоклазах наблюдаются мирмекитовые

вростки кварца. Роговая обманка призматическая, с хорошо выраженными гранями, кристаллизовалась раньше плагиоклазов; часто она резорбирована с развитием по ней биотита и хлорита. Биотит сгруппирован в полосы, обусловливающие гнейсовидность гранодиорита. В тесной ассоциации с биотитом образовался сфен, который почти всегда располагается вокруг таблиц биотита или включен в нем. Биотит заметно хлоритизирован. Ортоклаз и ортоклаз-пертит (табл. 1) присутствует как подчиненный по количеству минерал, выделившийся в неправильных формах в междузерновом пространстве плагиоклазов, роговой обманки и биотита. Кристаллизация ортоклаза иногда сопровождалась разъеданием плагиоклазов с образованием пятен ортоклаза и ортоклаз-пертит в плагиоклазе и остатков резорбированного плагиоклаза в ортоклазе и ортоклаз-пертите.

Кварц, так же как и ортоклаз, кристаллизовался в междузерновом пространстве. Он иногда имеет облачное погасание. Апатит, циркон, магнетит и ильменит — очень редкие минералы в гранодиорите. Циркон часто включен в биотит или амфибол и в этих случаях всегда окружен интенсивной плеохроичной оболочкой.

Подсчеты под микроскопом в шлифах породы содержания различных минералов дали следующие относительные весовые количества их (вполне согласующиеся с данными химических анализов):

Относительно повышенное содержание CaO, MgO и FeO, $RO : R_2O_3 = 2.2$ и $RO : R_2O_3 = 1.93$ и на ряду с ними значительное содержание K_2O, соответственно выраженные в минералогическом составе Ималкинского гранодиорита в относительно высоких номерах плагиоклазов и в богатстве биотитом,

Таблица 1

Данные измерений ортоклазов гранодиорита на столике Федорова

	334[1]	151	291
Ng	88	90	0
P Nm	3	6	90
Np	89	85	90
2V	—70	—69	—72
Спайность . .	(001)	(001)	(010)
Состав	Норм. ортоклаз	Норм. ортоклаз	Норм. ортоклаз

Таблица 2

Химический состав дурулгуевских гранодиоритов и гранитов

(лаборатория Инст. геол. наук)

Компоненты	I	II
	Гранодиорит Ималкинского месторождения	Гранит месторождения Ирельчан
	Вес. %	Вес. %
SiO_2	62.38	70.14
Ti_2O	0.83	0.17
Al_2O_3	15.54	16.58
Fe_2O_3	0.63	0.89
FeO	4.08	0.74
MgO	3.51	0.29
CaO	4.30	1.29
Na_2O	3.38	3.55
K_2O	3.76	6.31
H_2O^-	0.20	—
H_2O^+	1.13	0.16
P_2O_5	0.21	
Сумма . .	99.95	100.12
Аналитик	И. М. Шумило	В. Н. Малышева

[1] Номер образца.

приближают его к семейству кварцево-сиенитовых или кварцево-сиенит-диоритовых пород. Некоторые характерные особенности структуры и состава указывают, что повышенную основность Ималкинского гранодиорита в сравнении с другими разновидностями гранитов Дурулгуевского массива следует объяснить не столько тем, что здесь мы имеем краевую фацию интрузии, сформировавшуюся ранее других более кислых фаций, когда магматическая дифференциация проявилась еще слабо, сколько тем, что в данном случае, несомненно, существенное значение имела ассимиляция магмой вмещающих пород.

Действительно, остатки ксенолитов и небольшие пятна биотитовых глинистых сланцев кровли, наблюдаемые в гранодиорите, указывают на весьма интенсивную их ассимиляцию. Они очень сильно мигматизированы и перемешаны с веществом гранодиорита так интенсивно, что установить первоначальный состав сланцев по этим реликтам почти невозможно. От гранодиорита они отличаются лишь бо́льшим богатством биотитом, который вместе с остатками глинистого вещества иногда почти нацело

Таблица 3

Минералогический состав дурулгуевских гранодиоритов и гранитов

Минералы	I	II
Плагиоклаз	Сред. № 35, 44.4%	Сред. № 17, 36.5%
К-полев. шпат . . .	11.0	36 0
Биотит	19.0	3.2
Роговая обманка . .	5.1	1.3
Кварц	18.0	22.5
Сфен	2.0	0.4
Апатит и др.	0.5	0.1
Сумма	100.0%	100.0%

слагает эти реликты. Гранодиорит в контактах с остатками глинистых сланцев также сильно обогащен биотитом. Повидимому, вообще очень высокое содержание биотита (до 20%) в гранодиорите обязано ассимиляции им большого количества биотитовых глинистых сланцев. Кроме резко выраженной повышенной основности своего состава, Ималкинский гранодиорит отличается от других разновидностей гранитов Дурулгуевского массива своей ясно выраженной гнейсированной текстурой и структурой (фиг. 1 и 3). Все другие разновидности имеют нормальную массивную гранитную текстуру и структуру.

Гнейсовидность гранодиорита можно было бы объяснить как остаточную ориентировку текстуры и структуры вследствие ассимиляции приконтактовыми верхними горизонтами интрузии большого количества сланцев. Но, как увидим далее, и жилам, генетически связанным с гранодиоритом, даже кварцевым, также свойственна ясная параллельная его гнейсовидности текстура и структура. Последнее, несомненно, доказывает, что гнейсированность гранодиорита является также и следствием динамометаморфизма.

Гнейсированность в ималкинском гранодиорите имеет близкое к меридиональному или северо-северо-восточное простирание, т. е. направлена под некоторым углом к протяжению Дурулгуевского массива и к (молодой мезозойской, альпийской) складчатости района. Все эти факты позволяют предположить, что ималкинский гранодиорит является более древним, чем граниты Дурулгуевского массива. Дальнейшее изучение района должно дополнить и уточнить эти данные. Отсут-

ствие обнажений не позволило наблюдать взаимоотношения гранодио рита с соседними с ним разновидностями гранитов Дурулгуевског массива.

Жильные породы. Участок Ималкинского месторождения как и весь Дурулгуевский гранитный массив, обильно насыщен различ ными жилами. Жилы массива еще не изучены. О них имеются лиш упоминания в полевых отчетах исследователей района.

При изучении жил участка Ималкинского месторождения нами уста новлено наличие двух жильных циклов. Разделение жил на два цикл произведено на строго установленных фактах пересечения жилами вто рого цикла жил первого цикла и на общем их различии, а возраст жи в пределах каждого цикла устанавливался по пересечениям и генетиче ским взаимоотношениям их.

К жилам первого цикла принадлежат: 1) жилы гранодиорита, 2) лам профировые, 3) аплитовые, 4) кварцевые высокотемпературные.

К жилам второго цикла принадлежат: 1) аплитовые 2) аплит-пегма титовые, 3) пегматитовые, 4) кварцево-турмалиновые, 5) полевошпатовы и кварц-полевошпатовые жилки с касситеритом и редким флюоритом 6) полевошпатово-шеелитовая инъекция с касситеритом в кварцевы жилах первого цикла, 7) флюоритовая инъекция в кварцевых жила первого цикла, 8) низкотемпературные кварцевые.

Жилы гранодиорита весьма редки. По составу они полностью соответствуют вмещающему их гнейсированному гранодиориту и явля ются его первыми жильными производными. В них отсутствуют лиш порфировые выделения плагиоклаза, которые наблюдаются в вмещающе их гранодиорите. Так же как и вмещающая порода, жилы гранодиорит огнейсованы, хотя гнейсированность в них гораздо менее ярко выражена Структура жильного гранодиорита мелкокристаллическая, гипидиоморф нозернистая. Мощность жил колеблется от нескольких сантиметро до 1 м. Простирание жил 55°, азимут падения 325°; падение крутое.

Лампрофировых жил на территории Ималкинского место рождения нами встречено всего три. Мощность их 5—10 см. Простира ние близкое к меридиональному; падение крутое. Минералогически состав: плагиоклаз (№ 25—30) 60%, альбит (№ 6—10) 10%, рогова обманка 28%, ортоклаз 5%, кварц 5%, сфен 1—2%. В жилах сильно развит катаклаз и грануляция минералов. Альбит замещает олигоклаз Развитие альбита явно более позднее, чем других минералов жил, и со провождается интенсивной серицитизацией олигоклаза и хлоритизацие роговой обманки. Часто альбит выполняет трещинки в жилах. Сфе выделился в тесной ассоциации с роговой обманкой. Характерна часто наблюдаемая параллельная гнейсированности вмещающего гранодиорит текстура и структура жил, а также очковая структура (фиг. 3). По со ставу лампрофировые жилки ближе всего подходят к малхиту.

Аплитовые жилы первого цикла на участке месторождения весьма редки; всего встречено 5 жил. Простирание 27—30°, падени пологое к ВЮВ. Мощность жил не велика — от 20 до 50 см. Аплит — белый, мелкозернистый, часто имеет выраженную параллельную текстуру по направлению совпадающую с гнейсированностью вмещающего грано диорита (фиг. 4). Контакты жил резкие, без приваривания к вмещающе породе. Контактовых изменений как в вмещающей породе, так и в жи лах не наблюдается.

Эти аплитовые жилы пересекаются кварцевыми высокотемпературными жилами первого цикла и жилами второго цикла. Минералогически состав аплитовых жил: альбит-олигоклаз, альбит, кварц, ортоклаз-пертит, микроклин, гранат, биотит, циркон, сфен, апатит, хлорит. Главная составная часть (60%) — ортоклаз-микропертит, микроклина немного Второе место по количеству принадлежит кварцу (25%), третье — альбит-олигоклазу и альбиту (15%). Гранат образовал редкие мелки

зерна правильной огранки, биотит — редкие чешуйки, иногда хлоритизированные. Очень редки в аплитовых жилах циркон, сфен и апатит.

Альбит-олигоклазы серицитизированы. Они выделились ранее других главных составляющих минералов, иногда имеют идиоморфные очертания и часто являются включениями в альбите, ортоклазе и кварце. Наблюдались раздробленные зерна альбит-олигоклаза, промежутки между отдельными частями которых выполнены ортоклаз-пертитом или кварцем. Ортоклаз-пертит и кварц кристаллизовались после плагиоклазов. Часты облачные угасания у кварца, иногда они наблюдаются и у ортоклаза.

Взаимное срастание минералов в аплите очень сложно, обычны зазубренные ангедральные формы. Но наблюдается и гипидиоморфная структура с редкими, частично идиоморфными выделениями альбит-

Таблица 4

Измерение К-полевых шпатов аплитовых жил первого цикла

	334_I	334_{II}	128	143	155
P — Ng	89	88	0	90	89
P — Nm	7	8	90	2	8
P — Np	83	82	90	82	72
2V	—78	—70	—78	—70	—68
Спайность	(001)	(001)	(010)	(001)	(001)
Состав	Норм. ортоклаз	Норм. ортоклаз	Норм. ортоклаз	Норм. ортоклаз	Норм. ортоклаз

олигоклаза в виде микропорфировых вкрапленников в главной альбит-кварцевой массе.

Кварцевые жилы первого цикла многочисленны на территории Ималкинского месторождения. На площади 2 км² их обнаружено несколько десятков. Простирание жил чаще всего близкое к меридиональному, реже северо-западное и северо-восточное; падение восточное, очень пологое, в большинстве случаев 10—20°, редко 30—35°. Более крутые падения очень редки. Мощность жил колеблется от нескольких сантиметров до 1 м. Длина часто превышает 100 м; слабая обнаженность не дает возможности проследить полную длину жил. Кварц — серого цвета, непрозрачный или полупрозрачный, в мелких зернах. Структура — сливная зернистая, с зазубренными ангедральными выделениями кварца. Отдельные кварцевые жилы содержат немного полевого шпата — ортоклаза и альбита.

Под микроскопом наблюдается облачное угасание зерен кварца и ориентированная его структура. Зерна кварца обычно вытянуты (фиг. 5) параллельно простиранию жил и гнейсированности вмещающего их гранодиорита. Широко распространено явление переоткрытия кварцевых жил первого цикла, сопровождаемое проникновением (инъекцией) различных жильных фаз второго цикла как по контактам, так и по многочисленным трещинам в кварцевых жилах параллельно их залеганию (фиг. 5—17). Нередко одни и те же кварцевые жилы переоткрывались несколько раз, о чем свидетельствует наличие в них нескольких фаз инъекции второго жильного цикла. Наблюдаются инъекции: аплитовая, аплито-пегматитовая, пегматитовая, пегматоидная, кварцево-полевошпатовая пневматолитовая, гипотермальные — полевошпатовая и кварцево-полевошпатовая с касситеритом, флюоритом и шеелитом, гидротермальные — флюоритовая и низкотемпературного кварца.

Рудная инъекция второго жильного цикла и создала оруденение

в кварцевых жилах первого цикла. Наблюдались также пересечения кварцевых жил всеми разновидностями жил второго цикла. В жилах развиты многочисленные трещины кливажа, по которым кварц при ударе легко раскалывается. Брекчирование в кварцевых жилах первого цикла наблюдается очень редко и в весьма небольших масштабах. Эти брекчии цементированы низкотемпературным кварцем. Контакты жил — резкие, с микрооторочками перекристаллизованного биотита, которым весьма богат вмещающий гранодиорит. Гранодиорит в контактах с жилами иногда слегка окварцован, но это явление проявляется в весьма ничтожных масштабах. Жилы первого цикла рудных минералов не содержит.

Аплитовые жилы второго цикла многочисленны. Обычная мощность невелика, в большинстве случаев не свыше 20 см. Более мощные жилы редки, мощность их на участке месторождения не превышает 0.6—0.8 м и лишь как исключение достигает 1 м. Большинство аплитовых жил имеет простирание близкое к меридиональному северо-западное или северо-восточное, остальные — немногие — имеют простирание, близкое к широтному. Падение жил чаще пологое. Наиболее мощные жилы имеют широтное простирание или близкое к нему направление и крутые падения. Многие аплитовые жилы второго цикла пересекают вышеописанные аплитовые и кварцевые жилы первого цикла; последние они часто инъицируют параллельно залеганию.

Минералогический состав аплитовых жил: кварц, ортоклаз (табл. 5), альбит, альбит-олигоклаз (табл. 6), очень редкий биотит, хлорит по биотиту, мусковит в мелких чешуйках, развивающихся иногда по биотиту, черный турмалин, красный гранат, берилл (очень редко), весьма редко циркон и апатит. Главная масса аплита мелкозернистая, кварцево - альбитовая или ортоклаз-кварцевая, с относительно крупными выделениями в ней кварца, альбит-олигоклаза и турмалина. В турмалине редкие микровключения циркона с плеохроичными

Таблица 5

Измерение альбит-олигоклаза в аплите на столике Федорова

	499	315	335
B — Ng	87	89	9
B — Nm	12	78	81
B — Np	75	12	89
2V	—82	—82	—86
Дв. закон	Карлсбад.	Esterel	Альбитов.
№ плагиоклаза	16	14	11

Таблица 6

Измерения К-полевых шпатов из аплитовых жил на столике Федорова

	499	509	315	335	344	338_I	360	439
P — Ng	89	90	89	0	88	90	89	88
P — Nm	8	7	6	90	5	6	4	8
P — Np	83	83	84	90	85	84	86	82
2V	+72	+82	80	+78	+76	+78	—78	+74
Спайность	(001)	(001)	(001)	(010)	(001)	(001)	(001)	(001)
Состав	Норм. орт.	Норм. орт.	Норм. орт.	Норм. орт.	Норм. орт.	Норм. орт.	Норм. орт.	Норм. орт.

вокруг них. Берилл резорбирован, нередко содержит в себе включения турмалина, также иногда резорбированного.

Порядок кристаллизации минералов на основании степени относительного идиоморфизма и взаимных включений следующий: циркон, апатит, гранат, турмалин, берилл, альбит-олигоклаз и альбит, ортоклаз, кварц, хлорит.

Структура паналлотриоморфная и гипидиоморфная, с слабо выраженной склонностью к образованию микропорфировых вкрапленников альбит-алигоклаза и кварца (фиг. 18).

Количественное соотношение минералов широко колеблется при переходе от одних жил к другим как для главных составляющих минералов — альбита, ортоклаз-пертита и кварца, так и для второстепенных минералов — граната, турмалина и берилла. Количество альбита и альбит-олигоклаза изменяется особенно широко — от подавляющего его преобладания (70—75%) до 20—25%. Соответственно убывает количество ортоклаз-пертита (от 50—60% до 20%). Содержание кварца заметно не изменяется, оставаясь на уровне 20—25%, редко до 30%.

Количество турмалина то снижается до сотых долей процента или даже до полного его исчезновения, то возрастает до нескольких процентов. Количество граната и берилла также неодинаково в различных участках жил и в отдельных жилах, но колеблется в более узких пределах, чем содержание турмалина, и никогда не превышает 0.5%.

Арсенопирит весьма редок — встречен только два раза в виде кристаллов до 0.5 см. Биотит и мусковит в весьма незначительном количестве встречены лишь в нескольких из наиболее мощных аплитовых жил, обычно же слюды отсутствуют. Отсутствие слюд является вообще весьма характерным для всех жил ималкинского участка. Контакты аплитовых жил ровные, с весьма слабым привариванием к вмещающей породе. Заметных контактовых изменений в жилах и вмещающих их породах не наблюдается.

Аплитовые жилы, богатые ортоклаз-пертитом, являются связующим звеном между аплитами и следующей жильной фацией — аплит-пегматитами. Они полностью соответствуют аплитовым полосам аплит-пегматитов. Среди аплит-пегматитовых жил наблюдаются такие, у которых пегматитовая зона весьма маломощна и даже совсем исчезает, и аплит-пегматиты, таким образом, превращаются в чисто аплитовые жилы.

Аплит-пегматитовые жилы очень многочисленны, но маломощны — от нескольких сантиметров до 30 см в редких случаях. Простирание жил чаще всего меридиональное, реже северо-западное и еще реже широтное. Наиболее часты пологие падения жил.

Аплит-пегматитовые жилы секут жилы первого цикла. Широко развита инъекция параллельно залеганию аплитом и аплит-пегматитом кварцевых жил первого цикла. Жилы имеют поясовое сложение, зальбанды жил аплитовые, мощностью до 10 см, центральная часть — среднезернистая пегматитовая. Аплитовые полосы по составу и структуре соответствуют описаным выше аплитовым жилам второго цикла с повышенным содержанием ортоклаз-пертита. Центральные полосы аплит-пегматита сложены среднезернистым пегматитом. Переход от аплитовых приконтактовых полос к центральной пегматитовой части быстрый и непрерывный (фиг. 19 и 20) через смешанную переходную аплит-пегматитовую микрозону. Во многих жилах среди среднезернистой пегматитовой части в виде мелких линзочек наблюдаются мелкозернистые аплитовые пятна. По минералогическому составу пегматитовые части жил качественно повторяют аплитовые. Однако количественные соотношения между отдельными минералами здесь отличаются от соответственных отношений в аплитовых полосах. Прежде всего наблюдается резкое увеличение количества калиевого полевого шпата в составе пегматитовой части жил и падение содержания альбита (табл. 7) до весьма второстепенной

части. Ортоклаз-пертит (табл. 8) в пегматитовой части является преобладающим минералом над всеми другими. Содержание кварца в пегматите немного меньше, чем в аплитовых оторочках жил. Появляется даналит. Содержание граната резко падает, турмалина и берилла — не изменяется. Часто, однако, берилл и турмалин отсутствуют как в аплитовых оторочках жил, так и в пегматитовой их части. У некоторых аплит-пегматитовых жил пегматитовые полосы весьма маломощны по сравнению с аплитовыми, а иногда даже и совсем исчезают. Иногда, наоборот, аплитовые полосы весьма маломощны или даже вовсе отсутствуют, и жилы превращаются в пегматитовые.

Таблица 7

Измерение альбитов пегматитовой части аплит-пегматитовых жил на столике Федорова

	233_I	134	119	139
B: Ng	15	11	13	15
B: Nm	75	79	77	74
B: Np	89	89	88	90
2V	+86	+86	+84	+85
Дв. закон	Альбит.	Альбит.	Альбит.	Альбит.
№ плагиоклаза	2	8	4	0

Таблица 8

Измерение К-полевых шпатов пегматитовой части аплит-пегматитов

	205	206	215
P: Ng	89	89	88
P: Nm	6	7	5
P: Np	84	82	85
2V	—78	—80	—82
Спайность	(001)	(001)	(001)
Состав	Норм. орт.	Норм. орт.	Норм. орт.

Среди аплит-пегматитовых жил наблюдаются такие, у которых приконтактовые аплитовые полосы заметно богаче кварцем, чем центральные пегматитовые полосы жил, которые, наоборот, соответственно богаче полевым шпатом. Кварц в аплитовых полюсах таких жил иногда имеет идиоморфную огранку. От аплитовых пегматитовые полосы отграничиваются переходной смешанной аплит-пегматитовой микрозоной, в которой на ряду с мелкозернистым аплитовым базисом все более заметное участие, в направлении к центру жилы, принимают среднезернистые выделения минералов. В переходной зоне в направлении от аплита к пегматиту ясно выражена тенденция затухания выделения кварца и затем иногда даже полного или почти полного прекращения (временно) кристаллизации его и относительного количественного нарастания выделения полевого шпата — ортоклаз-пертита (и альбита). Полевой шпат (ортоклаз-пертит) часто образует при этом узкую каемку, в которой рост кристаллов полевого шпата идет в виде друз внутрь жилы. Далее, в собственно пегматитовой кварц-полевошпатовой части вместе с полевым шпатом начинает вновь кристаллизоваться и кварц. Однако кристаллизация полевого шпата, как правило, заканчивается раньше, чем кварца, и в направлении к центральной зоне пегматитовые полосы жил становятся более богатыми кварцем, чем прилегающие к ним боковые, ранее образованные части пегматита. Иногда разделение доходит до образования небольших кварцевых линз и полос в центральной части пегматита.

Таким образом, если при образовании аплитовых оторочек жил потеря летучего компонента в силу временного падения давления при внедрении магматического раствора в открытую полость трещины и относительно быстрое падение температуры приводят к обогащению твер

дой фазы кварцем, частично в виде идиоморфных выделений, и к обогащению остаточного раствора полевым шпатом, то при переходе к пегматитовой зоне, когда потеря летучих сильно замедляется или прекращается, при некотором накоплении летучего компонента в составе раствора наблюдается обратный порядок выделения этих минералов. Кристаллизация полевых шпатов хотя и идет совместно с кварцем, однако последний заметно, в зависимости от богатства раствора летучим компонентом, удерживается в жидкой фазе, отжимается и выносится, чтобы затем кристаллизоваться в последней стадии процесса, и, следовательно, как потеря летучего компонента, так и накопление его приводят к обогащению кварцем — в первом случае первых, а во втором случае последних выделений. Разобранный пример указывает на большую зависимость времени выделения кварца в таких системах от наличия летучего компонента и меньшую от него зависимость времени выделения полевого шпата. Это указывает и на более тесную связь свободной кремнекислоты с летучим компонентом. Минерализаторы B, F, Cl, P, S и др. не фиксированы в связи с описываемыми жилами. Летучим компонентом в данном случае могла быть вода и ее элементы (OH' и др.).

Пегматитовые жилы участка Ималкинского месторождения по сравнению с другими жилами участка наиболее мощны. Мощность их обычно 50—70 см, очень редко более 1 м. Протяжение часто свыше 100 м. Плохая обнаженность в большинстве случаев не позволяет проследить полную длину жил. Простирание жил близкое к широтному, с падением на ССЗ, реже близкое к меридиональному, с падением к востоку или западу. У зальбандов жил имеется полоска в 1—2 см среднезернистого аплита или письменного пегматита. За оторочкой аплита или графического пегматита главная масса тела жилы слагается крупнокристаллическим пегматитом и блоковым пегматоидом. В некоторых жилах среди крупнозернистого пегматита наблюдаются пятна средне- и мелкозернистых его разностей. Главными минералами пегматитовых жил являются: ортоклаз-пертит (75—80%), кварц (15—20%), альбит № 5 (4—5%). Второстепенные минералы (все вместе составляют около 1%): гранат красный, берилл зеленовато-голубой, турмалин (черный шерл), апатит (очень редкий), даналит.

Берилл, гранат и турмалин образовали кристаллы от крайне мелких до 1 см в поперечнике и более. Длина кристаллов берилла и турмалина доходит до 5—6 см. Даналит в пегматите редок, выделился в виде идиоморфных октаэдрических кристаллов до 1 см и мелкозернистых аггрегатов. Большей частью даналит сильно разрушен, окислен, обохрен с поверхности. Центральные части кристаллов, однако, сохранены хорошо. Минерал кубической сингонии, $n = 1.753$, электромагнитен, хрупок, при растирании издает сильный запах сероводорода. В кислотах растворяется с выделением сероводорода и желатинообразной кремнекислоты. Цвет буро-красный. Блеск стеклянный. По низкому содержанию ZnO минерал близок к гельвину. Результаты химических анализов даналита приведены в табл. 9; спектроскопический анализ, произведенный С. А. Боровиком (табл. 10), добавил к химическим определениям еще ряд элементов.

В некоторых пегматитовых и, в особенности, в пегматоидных жилах, как и в вышеописанных пегматитовых полосах аплит-пегматитовых жил, но еще более резко, проявлено разделение полевого шпата и кварца. Нередки случаи отжимания кварца к центру жил и скопления его здесь в виде блоков, линз и полос и образование полевошпатовых полос, бедных кварцем у боков жил (фиг. 21—23). Объясняется это накоплением и сохранением значительного количества летучих компонентов в пегматитовом остатке, т. е. высоким давлением при кристаллизации пегматитов.

Характернейшей чертой всех ималкинских жил и в особенности пегматитов является полное отсутствие в них слюд. Многие пегматитовые

жилы второго цикла секут и инъицируют жилы первого цикла и апл
товые жилы второго цикла. На этом основании их относительный во
раст устанавливается весьма точно.

На Ималкинском участке, несмотря на тщательный просмотр жи
мы не обнаружили колумбита и танталита. Однако пластинчатый ма
гано-колумбит обычен в мусковитовых пегматитах с клевелендит
в 4—5 км к северу от пос. Новый Дурулгуй, в верховьях пади Чалот
Приводим спектроскопические анализы колумбита из этих жил (табл. 1
произведенные лабораторией М
(С. А. Боровик).

Таблица 9

Химический состав и некоторые свойства даналита

(в %)

Компоненты	204	286
	Моно-кристалл	Аггрегат мелко-зернистый
SiO_2	32.83	34.08
S	5.62	5.61
FeO	31.36	30.66
MnO	14.55	13.28
BeO	14.48	16.32
ZnO	3.91	2.97
Сумма	102.75	102.92
—O=S	2.80	2.80
	99.95	100.12
Уд. вес.	3.33	3.32
Показатель преломления	1.753 ± 0.001	1.752 ± 0.002
Аналитик	И. Ченцов	

Таблица 10

Спектроскопические анализы даналита

Элементы	204	286
Sn	Средние линии	Слабые линии
Al	Слабые линии	Следы линий
Ti	»	»
Ag	Очень слабые линии	—
Pb	Следы линий	Следы линий
Bi	»	»
Mg	»	»
Nb	»	Очень слабые линии
Cu	»	»
V	Нет	Нет
W	Нет	Нет
Zr	Нет	Нет

Кварцево-турмалин
вых жил на Ималкинском у
стке встречено лишь три, мощ
стью от 3 до 5 см. Простира
их близкое к меридионально
падение восточное, < 15—2
Минералогический состав жи
олигоклаз (25%), турмалин (40
50—85%), кварц (20%), рогов
обманка (1—2%), ортоклаз (3
4%), сфен (0.5%), берилл (0.1%
апатит (0.05%).

Содержание главных соста
ляющих жилу минералов оче
быстро изменяется от контакт
жил к их центральной части. Пр
контактовые зоны богаты плаги
клазом, кварцем, ортоклазом, р
говой обманкой, турмалином; це
тральная зона жил сложена поч
одним турмалином с незначите
ным содержанием минералов пр
контактовых полос. Приконтакт
вые полосы представляют тесн
смешение жильного веществ
с вмещающей породой, гранодр
ритом. Последний переработ
в кварцево-плагиоклазо-турма
новую породу с роговой обма
кой. Все минералы вмещающе
гранодиорита сильно резорби
ваны. Плагиоклазы сильно се
цитизированы. Жилы кварце
турмалиновые не пересекают
каких других жил. Вероятн
всего, что возраст их следует
нести к послепегматитовому и
рассматривать их надо как пн
матолитовую фазу пегматитов
процесса.

Рудные полевошпат
вые и кварц-полевош
товые жилы с касситер
том. Распространение оловор
ных жил значительное, но мо
ность и протяженность их не
лики. Мощность не превыш
10 см. обычно же еще мень

Полную длину жил часто проследить нельзя из-за плохой обнаженности. Слабая разведанность жил также не дает возможности с уверенностью говорить о их протяженности на глубину и по простиранию. Но в тех немногих случаях, когда разведочные канавы позволяли проследить жилы по простиранию, длина их оказывалась не превышающей десятков метров. По простиранию и падению жилы нередко имеют пережимы. Иногда уже на незначительной глубине они выклинивались или пережимались. Таким образом, на примере предварительно разведанных жил их

Таблица 11

Спектроскопические анализы колумбита

Элементы	704	706
Nb	Очень сильные линии	Очень сильные линии
Mn	»	»
Ta	Средние линии	Средние линии
Sn	»	»
Be	»	»
Fe	»	»
Ti	Слабые линии	Слабые линии
Al	»	»
Zn	»	»
Ag	Следы линий	Следы линий
Pb	»	»
Bi	»	»
Mg	»	»

следует признать линзовидными, с незначительной мощностью и протяженностью по простиранию. Простирание рудных жил близко к меридиональному, падение восточное, пологое или крутое. На ряду с самостоятельными рудными жилами весьма широко распространена инъекция касситерит-полевошпатовой рудной фазы в кварцевые жилы первого цикла до их залеганию. Эта инъекция часто столь интенсивна, что превращает кварцевые жилы в полосчатые, с весьма частым чередованием рудных полос. Мощность их колеблется от нескольких сантиметров до нитеобразных полосок и микрополосок значительного протяжения. Заполнение тончайших трещин рудной инъекцией на значительном протяжении указывает на чрезвычайную ее подвижность. Нередко в одни и те же кварцевые жилы первого цикла последовательно проникали аплитовая, аплит-пегматитовая, пегматитовая и рудная инъекции. Переплетаясь между собой, они создавали сложную картину, в виде тесно смешанной сети полос инъекций различного состава и структуры с кварцем жил. Заметных контактовых изменений в кварцевых жилах аплитовая и пегматитовая инъекции не произвели и лишь слегка срослись со стенками трещин. По таким плоскостям кварц легко отделяется от аплита и пегматита. Немного активнее на кварц действовала рудная инъекция. Часто она прочно спаяна с вмещающим кварцем. Наблюдается разъедание рудной фазой кварца кварцевых жил первого цикла, в который внедрилась рудная инъекция. На пути микроскопической рудопроводящей трещины в кварцевых жилах часто наблюдаются крупные кристаллы касситерита (фиг. 24 и 25). Пространство, занимаемое такими кристаллами, повидимому, было выщелочено рудными растворами, продолжавшими обтекать растущие в трещинах кристаллы касситерита.

Контактовых изменений в вмещающем гранодиорите рудные жилы не производят, или эти изменения очень слабы и совершенно неясно выражены. В участках рудных жил, где с вмещающей породой контактируют гнезда касситерита, вмещающий гранодиорит иногда изменен на глубину 0.5—1 см. Минералы гранодиорита в этих местах перекристаллизованы: биотит образует пластинки в 1—2 см и более, в то время как

в гранодиорите размер чешуек биотита не превышает 1—2 мм. У гнезд касситерита в оторочках перекристаллизованного биотита, в тесной смеси с ним, кристаллизовался касситерит. Контакты боковой породы с полевошпатовыми участками жил еще менее изменены или вовсе не изменены, и тело жилы легко отделяется от вмещающей породы по гладкому контакту с легкой биотитовой микрооторочкой, происшедшей за счет биотита гранодиорита. Выноса элементов рудной фазы в кон такты не наблюдалось, за исключением весьма редкой, в виде микрожи лок, инъекции флюорита в боковую породу.

Краткое описание рудных жил. Крайнее однообрази оруденения позволяет описывать не все многочисленные рудные жилы а лишь главные, вполне отображающие характер оруденения в осталь ных ныне известных жилах.

Жила VIII. Кварцевая жила первого цикла, разведена канавами н протяжении 40—50 м. Простирание жилы близкое к меридиональному падение восточное, очень пологое. Мощность 0.30—0.80 м. Жил инъицирована аплитовой, аплит-пегматитовой, пегматитовой и полево шпатово-касситеритовой рудной фазами второго жильного цикла. Мощ ность рудной инъекции колеблется от микроскопических и нитеобраз ных полосок до полос в 5—10 см. Инъекция интенсивная; по мощност кварцевой жилы насчитывается несколько рудных полос с богатым со держанием касситерита, доходящим до промышленного содержани олова при расчете на всю мощность кварцевой жилы. Более выдержан оруденение в южной, нижней, части жилы, спускающейся со склон холма к пади Кукушивыр. Ясно выражено тяготение рудной инъекци к лежачему боку кварцевой жилы и вдоль ее лежачего контакта. В ле жачем боку жилы разведкой в 1937 г. обнаружена кварцево-полевошпа тово-касситеритовая жила. Минералогический состав ее такой же, ка рудной инъекции в кварцевой жиле. Состав рудной инъекции и жиль ортоклаз-пертит (90—95%); подчинены — кварц, касситерит; очен немного альбита; весьма редок флюорит. Распределение касситерита не равномерное — то в виде кристаллов и групп кристаллов, то гнездово Среднее содержание касситерита весьма высокое. Гнезда почти чистог касситерита иногда выполняют всю жилку или полосу инъекции по мощ ности на значительном протяжении. Касситерит бурый, светлобурый коричневый, крупнокристаллический. Обычны кристаллы до 1 см более, нередки кристаллы весом в 200—250 г, иногда 500—700—1000

Жила X. Кварцевая жила первого цикла мощностью 0.7—1 м. Пр стирание близкое к меридиональному; падение пологое на восток. Квар сильно трещиноват, с зеркалами скольжения по трещинам, параллел ным залеганию жилы. Жила инъицирована рудной фазой — ортокла пертитом с касситеритом. Мощность инъекции — от нитевидных пол до полосы в 25—30 см, сложенной сплошным блоковым ортоклаз-пе титом. Эта последняя полоса из лежачего бока кварцевой жилы перех дит в центральную ее часть. Содержание касситерита в инъекции весь высокое и лишь мощная полоса бедна им. Распределение касситери неравномерное, в виде отдельных кристаллов и групп их в ряде гнез Касситерит светлобурый, образует идиоморфные кристаллы в ортокла пертите. Часто грани у кристаллов касситерита матовые, разъеденн остаточным раствором; грани, сохранившие хороший алмазный бле редки.

Жила XI. Кварцевая жила первого цикла, разведана на протяжен около 20 м. Простирание жилы близкое к меридиональному; паден восточное. Мощность 10—15 см. Жила интенсивно инъицирована пара лельно залеганию ортоклаз-пертитом с касситеритом. Мощность пол инъекции — от микроскопических нитей до 3—5 см. Содержание кас терита высокое; распределение равномерно-рассеянное и гнездово Касситерит бурый, величина кристаллов изменяется от микроскопическ

до 1 см и более. Интенсивность инъекции невелика. В ней содержится незначительное количество биотита. Характерна тесная пространственная связь кристаллов касситерита и биотита, богатого железом. Последний часто обволакивает касситерит (напоминает картину ассоциации сфена и биотита в гранодиорите). Иногда у касситерита, ассоциирующего с биотитом, заметен плеохроизм, в то время как обычно для ималкинского касситерита он чрезвычайно слаб. Ортоклаз и ортоклаз-пертит рудной инъекции в некоторых местах разрушен до губчатого, легко крошащегося каолинизированного аггрегата, с микродрузами кварца в микропустотах. Наблюдается серицитизация ортоклаз-пертита. Эти изменения полевого шпата связаны с проникновением гидротерм по многочисленным микротрещинам в кварцевой жиле и рудной инъекции.

Жила XII. Кварцевая жила первого цикла мощностью 20—25 см, с ортоклаз-пертит-касситеритовой инъекцией в виде тонких полос и линзочек. Полоска, проходящая в средней части жилы, наиболее мощна (1—3 см) и богата касситеритом (фиг. 26). Минералогический состав рудной инъекции: ортоклаз-пертит и касситерит. Содержание касситерита весьма высокое. При раскалывании глыб кварцевой жилы вдоль по полосам рудной инъекции обнаруживаются щетки и линзы бурого касситерита. Распределение его то равномерно-рассеянное, то гнездовое. В этой кварцевой жиле первого цикла флюоритовая инъекция очень слаба; выражена в виде мелких редких жилок и линзочек в трещинках, параллельных залеганию жилы. Наблюдается резорбция кварца при прохождении флюоритовой инъекции. Связи рудной инъекции с флюоритовой установить не удалось, но несомненно, что последняя моложе рудной.

Жила II. Канавой вскрыты две кварцевые жилы первого цикла. Первая жила мощностью 25—30 см. Простирание жилы меридиональное; падение на восток, под углом 20°. Жила на большом протяжении инъецирована параллельно залеганию ортоклаз-пертитом с касситеритом. Инъекция очень интенсивна и выражена многочисленными тонкими полосами. Отдельные полосы иногда, сливаясь, образуют линзы и полосы до 5 см мощности. Рудные ортоклазовые полосы распределены по всей мощности жилы и имеются также и в контактах ее с вмещающим гранодиоритом. Содержание касситерита в инъекции высокое. Ниже первой жилы, на расстоянии 0.5 м от нее, залегает параллельно ей вторая кварцевая жила мощностью 0.4—0.5 м, с интенсивной касситеритово-полевошпатовой инъекцией. Содержание касситерита в инъекции высокое, распределение гнездовое. В инъецированных полосах встречается флюорит, но не часто. В виде черных, весьма редких, неправильной формы, выделений и микрожилок в инъекции встречен куприт с развивающейся по нему медной зеленью. Касситерит бурый, в аггрегатах и отдельных кристаллах до 1 см в поперечнике. Ортоклаз-пертитовая рудная инъекция распределена очень неравномерно по протяжению и мощности жилы в виде тонких полос — от микротонких до 1—4 см и даже 10 см, создающих полосчатость в жиле, и в виде линз по 20×100 см. Полосы инъекции нередко пережимаются по едва заметной мощности или даже совершенно обрываются. Ортоклаз-пертитовые полосы почти мономинеральны — кроме касситерита ничего не содержат. Редко встречается кварц в весьма незначительном количестве.

Жила III. Ортоклаз-пертитовая жилка с касситеритом и редким флюоритом. Разведана канавами на глубину 2.5—3 м и длину 10—15 м. Простирание жилы близкое к меридиональному; падение восточное. Мощность жилки 4—5 см. Содержание касситерита весьма высокое. Распределение его в теле жилки неравномерное — гнездовое, переходящее иногда в сплошное выполнение жилы по всей мощности на протяжении десятков сантиметров. Внутри таких гнезд и выполнений нередки пустоты с друзами кристаллов касситерита и очень редкого флюорита.

В отличие от многих других рудных жил, имеющих блоковое сложени для третьей жилы характерно среднезернистое сложение, иногда перех дящее в мелкозернистое, указывающее на интенсивную потерю летуч составной части. В этих участках жилы кристаллизация касситери происходит главным образом в виде полос по зальбандам жилы. Касс терит бурый и светлобурый. Флюорит фиолетовый и бесцветный. К состава рудной фазы он кристаллизовался последним в виде микродр в микропустотах жилы, в виде тонких пленок по спайности ортоклаза неправильных выделений в междузерновом пространстве ортоклаз-пе тита. Тесная близость флюорита и касситерита наблюдается весь редко, гораздо чаще эти минералы разобщены, что вполне понятно, т как касситерит кристаллизовался первым, а флюорит, наоборот, после ним. Наблюдается проникновение флюорита в контакты и в бокову породу в виде микрожилок. Флюорит, несомненно, сингенетичен с ру ной фазой и является ее составной частью. Контактовых изменени в вмещающем жилу гранодиорите не наблюдается. Тело жилы лег отделяется от боковой породы по гладкому контакту. Только иног у гнезд касситерита имеет место приваривание их к вмещающему гран диориту. При этом биотит вмещающего гранодиорита перекристаллиз ван в пластинки до 2 см². В тесной смеси с перекристаллизованным би титом кристаллизовался касситерит. Мощность биотитовых отороч у гнезд касситерита не превышает 0.5—1 см при мощности гне 4—5 см. Полевой шпат, слагающий рудную жилу, является ортокла пертитом, редко ортоклазом (см. анализы), в виде исключения натровы ортоклаз-пертитом. Кроме пертитовых вростков в ортоклазе, альб присутствует в незначительных количествах в виде мелких идиомор ных микролитов, включенных в ортоклаз-пертит. Содержание квар в жиле ничтожное.

Минералогический состав рудных жил весь прост. Список минералов исчерпывается ортоклаз-пертитом, ортоклазо касситеритом, альбитом, кварцем и флюоритом. Как чрезвычайно редки минералы в рудных жилах встречены берилл и куприт.

Ортоклаз-пертит (фиг. 27—29) в большинстве рудных жил являет почти единственным минералом. Он выделился в виде крупных крист лов и блоков, часто целиком выполняющих жильную полость. Минер совершенно свеж. Среди ортоклаз-пертита встречаются редкие кристал чистого ортоклаза, без пертитовых прорастаний. Измерения на столи Федорова калиевого полевого шпата показали, что это нормальн ортоклаз, а пертитовые вростки в нем — альбит (табл. 12). В пустот наблюдаемых в рудных жилах (часто в гнездах касситерита), образо лись микродрузы полупрозрачного адуляровидного ортоклаза.

Спектроскопические анализы ортоклаз-пертитов из рудных жил по зали содержание в них рубидия от 0.05% до 0.2% и цезия от 0.05% 0.1%. Приводим химические определения щелочей и CaO в ортокл пертитах рудных жил (табл. 13).

Касситерит в рудных жилах выделился в виде аггрегатов крупн зерен или групп кристаллов и одиночных кристаллов, иногда достиг щих 1 кг веса и даже более. Он не прозрачен, редко полупрозра в мелких кристаллах из друз, образующихся в пустотах. Цвет касс рита бурый, коричневый, светлокоричневый, гораздо реже встреча светловосковожелтый касситерит, нарастающий на кристаллы буро светлобурого касситерита и образующий двойники срастания с ним в виде самостоятельных кристаллов. В наблюдаемых теперь горизон рудных жил светловосковожелтый касситерит чрезвычайно редок, в разрабатываемой россыпи, образованной из этих жил, он очень как в самостоятельных кристаллах, так и в виде наружных оболочек коричневом касситерите. Повидимому, верхние горизонты содерж светлого касситерита гораздо больше, чем ныне вскрытые их горизон

Касситерит ималкинских полевошпатовых жил имеет укороченную призматическую и таблитчатую формы. Определяющими габитус являются грани *a* (100) и менее развитая грань *m* (110); редки и слабо развиты грани *s* (111). Грань *e* (101) обычно является плоскостью двойникования и весьма редка в свободном виде. Наблюдаются как простые двойники, так и повторные. Двойники прорастания редки. Грани касситерита обычно матовые, но нередки грани с хорошим алмазным блеском. Для граней *a* характерно разъедание их остаточным раствором. Весьма хорошо выражена спайность по *a* (100), прекрасно видимая микроскопически (фиг. 29—32). Касситерит трещиноват. Часто трещины напоминают полости высыхания, образующиеся при образовании кристаллического вещества из геля.

Эта трещиноватость касситерита и хорошо выраженная спайность способствуют весьма быстрому разрушению его кристаллов и в дальнейшем при образовании россыпей ведет к распылению касситерита. Относительно более высокотемпературный касситерит из грейзенизированных пегматитов Дурулгуевского массива не имеет такой трещиноватости и механически более прочен. Особо резко спайность ималкинских касситеритов обнаруживается под микроскопом. Касситерит из полевошпатовых ималкинских жил под микроскопом бесцветный или серовато-желтые разновидности касситерита не плеохроируют. Наоборот, весьма резкий плеохроизм наблюдается у касситерита из грейзенизированных участков пегматитовых жил, от светлосерых тонов до густого буро-красного цвета. Спектроскопический (табл. 14) и химический (табл. 15) анализы ималкинского касситерита показали весьма незначительное содержание примесей.

Кроме пертитовых вростков в ортоклазе, альбит в небольшом количестве (1—2%) представлен еще мелкими, нередко идиоморфными микровкрапленниками. Альбит образует полисинтетические двойники реже монокристаллы.

Содержание кварца в рудных жилах изменчиво и в общем весьма низко. Только в некоторых кварц-полевошпатовых рудных жилах оно достигает 10%, обычно же не превышает 2—3%. Кварц светлосерый, образует неправильные выделения в ортоклаз-пертите. Графического прорастания кварца с полевым шпатом в рудных жилах не наблюдалось. В некоторых жилах отмечается резкое разделение полевого шпата, образовавшего крупнокристаллические приконтактовые полосы, и кварца, слагающего центральную зону жил.

Флюорит редок, в рудных жилах выделился последним в виде мелких редких кристаллов и аггрегатов в междузерновом пространстве ортоклаз-пертита, в микропустотах — в виде друз октаэдров и корочек, в виде пленок в трещинках по плоскостям спайности ортоклаз-пертита, в контактах жил — в виде инъекции мелких жилок в боковую породу. Цвет флюорита чаще всего фиолетовый, малопрозрачный, до светлофиолетового и бесцветного прозрачного.

Мусковит присутствует в рудных жилах весьма редко в виде микроскопических чешуек.

В некоторых случаях к ранее перечисленным минералам рудных жил присоединяется желтоватый и белый берилл, иногда в значительном количестве. Берилл наблюдался микроскопически в нескольких прожилках в очень тонкой ортоклаз-берилловой инъекции с касситеритом в кварцевых жилах первого цикла. Макроскопически берилл рудных жил представляет мелкозернистую желтоватую массу. Спектроскопический анализ берилла показал содержание в нем незначительных количеств рубидия (0.01%) и цезия (0.05%).

Жилы с шеелитом и касситеритом. Во время нашей работы на Ималкинском месторождении сотрудником разведочной пар-

	176_I	176_{II}	177	105_I	105_{II}	Ж
P: Ng	89	88	90	89	89	
P: Nm	5	3	6	3	3	
P: Np	85	87	84	87	88	
2У	—82	—72	—62	—78	—68	
Спайность	(001)	(001)	(001)	(001)	(001)	
Состав	Норм. ортокл.	Норм. ортокл.	Норм. ортокл.	Норм. ортокл.	Норм. ортокл.	

Таблица 13

Содержание K_2O, Na_2O и CaO в ортоклаз-пертитах

в (%)

Компоненты	Обр. 215 жила 8	Обр. 278 жила 3	Обр. 290 жила 3
K_2O	14.28	14.23	14.65
Na_2O	1.48	1.46	1.39
CaO	0.63	0.73	0.48
$KAlSi_3O_8$	84.36	84.07	86.60
$NaAlSi_3O_8$	12.52	12.31	11.02
$CaAl_2Si_2O_8$	3.12	3.62	2.38

тии И. В. Корнюшиным была обнаружена у пади Аранжур кварце жила с шеелитом. Разведочная канава по этой жиле показала, что глубине около 15 м жила выклинивается. Затем нами была обна жена шеелитовая инъекция с касситеритом в двух кварцевых жи первого цикла на гребне между падью Нукорушкина и падью Мукуш выр. Внедрение шеелитовой фазы шло как по контакту кварцевых ж с вмещающим их гранодиоритом, так и по трещинкам вдоль жи Мощность сплошного шеелитового внедрения в жиле у пади Аран достигала в раздувах 20 см.

В жилах у пади Мукушивыр шеелитовая инъекция с касситери представлена полосками мощностью от долей сантиметра до 2—3 и р 5 см. Шеелит светломедовожелтого цвета, образует аггрегаты не вильных крупных кристаллов. Касситерит в этих жилах бурый, игол тый и длиннопризматический с блестящими гранями. Рудная шеелит инъекция более, чем ранее описанная полевошпатово-касситерито проявила интенсивное корродирующее действие в кварцевых жи Кварц в значительной мере перекристаллизован, причем нередко зует графическую структуру с шеелитом (фиг. 33).

В кварцевых жилах с шеелитовой инъекцией наблюдаются ми сдвиги и зеркала скольжения, более молодые, чем шеелит. Ч в шеелитово-касситеритовой инъекции содержится немного орто (фиг. 34).

Таблица 12

ртоклаз-пертита) рудных жил

50	451	452	453	259	109	110	150
9 7 3	0 90 90	0 90 90	89 2 89	90 4 86	87 3 90	88 5 86	90 5 88
74	—62	—88	—68	—62	—70	—88	—70
01) рм. жл.	(001) и (010) Норм. ортокл.	(001) Норм. ортокл.	(001) Норм. ортокл.	(001) Норм. ортокл.	(001) Норм. ортокл.	(001) Норм. ортокл.	(001) Норм. ортокл.

Таблица 14

Спектроскопические анализы касситерита Ималкинского месторождения

(лабор. ИГЕН АН СССР С. А. Боровик)

	Nb	Ta	Be	V	Cu	Mn	Zr	Ti	Fe	W	Bi	Ca	Al	Si
№ 278, светлобурый, жила III	Сл.	—	Сл.	Ср.	—	Ср.	Сил.	Ср.	Сл.	—	—	—	—	—
№ 215, светлобурый, жила VII	Сил.	—	»	»	—	Сл.	Ср.	Сил.	»	—	—	—	Сл	Сл.
№ 301, светлобурый .	Сл.	—	»	Сил.	Сл.	Ср.	Сил.	Ср.	»	Сл.	—	—	—	—
№ 300, восковожелтый	—	—	»	Ср.	»	»	Сл.	»	»	»	—	—	—	—
№ 303, восковожелтый	Сл.	—	»	»	—	»	Ср.	»	»	»	—	—	—	—
Чернобурый, Дурулгуй, грейзениз. пегматит	Сил.	Ср.	»	Сл.	—	»	»	»	Ср.	—	Сл.	—	—	Сл.

Флюоритовая инъекция. В некоторых кварцевых жилах первого цикла наблюдаются тонкие прерывающиеся жилкоподобные полосы и линзочки желтоватого флюорита, приуроченного к трещинам в кварцевых жилах, параллельно их залеганию. Флюоритовая инъекция очень редка; внедрилась она после рудной полевошпатово-касситеритовой инъекции. Флюоритовая инъекция корродирует кварц стенок трещин, по которым она перемещалась. Там, где флюорит отлагался вдоль полевошпатово-касситеритовых полос, полевой шпат каолинизирован, кварц сильно резорбирован. Самостоятельных жил флюорита в районе месторождения пока не обнаружено.

Низкотемпературные кварцевые жилы. Последней стадией жильной деятельности гранитной интрузии на Ималкинском участке было образование многочисленных низкотемпературных кварцевых жил. Большая часть этих жил имеет незначительную мощность — не более 10 см. Небольшая часть жил достигает мощности свыше 25—40 см и протяжения свыше 100 м. Простирание жил преимущественно северо-западное, реже меридиональное и близкое к нему. Сложение жил полосчатое. Призальбандовые полосы образованы гребенчатым кварцем, росшим перпендикулярно к стенкам трещин. Встречается

Таблица 15

Химический состав касситерита Ималкинского месторождения

(в %)

Компоненты	Светлобурый касситерит (россыпь пади Нукорушкина)	Светлобурый касситерит (Ималка, ортоклаз-пертитовая жила)
SnO_2	99.23	97.64
SiO_2	0.19	0.52
Al_2O_3	0.00	0.00
Fe_2O_3	0.07	0.22
MgO	0.00	0.00
CaO	0.06	0.20
MnO	0.00	Следы
ZnO	0.00	0.00
TiO_2	0.36	0.91
Na_2O+K_2O	0.00	0.00
$(Nb+Ta)_2O_5$	0.11	0.22
As_2S_3	0.00	0.00
S	0.00	0.00
ZrO_2	0.03	Неопр.
BeO	—	Следы
V_2O_5	—	—
Пот. при прок.	0.03	0.09
Сумма	100.08	99.80
Уд. вес	6.965	
Аналитик	С. А. Медведева	Т. Л. Покровская

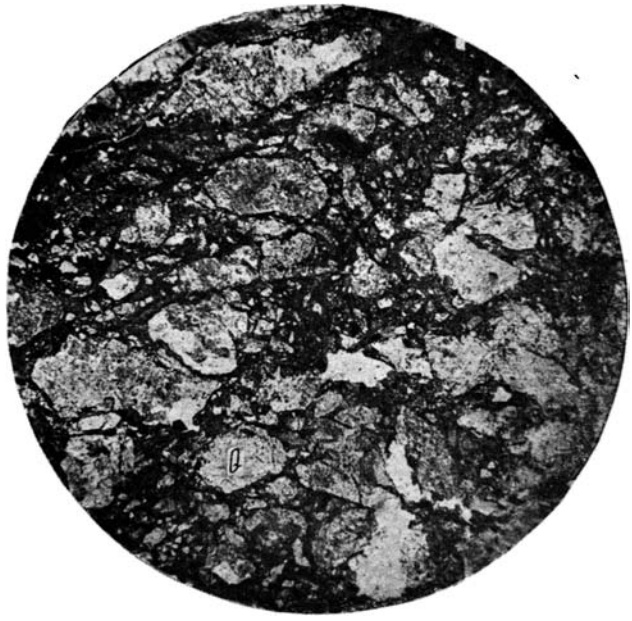
кокардовая текстура нарастания друз кварца по периферии ксенолитов вмещающего гранодиорита или обрастания обломков ранее выделившегося гребенчатого кварца друзами более позднего кварца. Мощности полос гребенчатого кварца колеблется от нескольких сантиметров до 10—20 см. Вслед за полосами гребенчатого кварца, нарастая на него центральную полосу жил слагает пластинчатый кварц или, вместо него белый мелкозернистый кварц. Редко жилы состоят одновременно из этих трех различных полос гребенчатого кварца, пластинчатого кварца и плотного мелкозернистого в центре. Такие жилы принадлежат к относительно наиболее мощным низкотемпературным кварцевым жилам.

Площадь пластин кварца довольно велика — часто свыше 100 см². Толщина отдельных пластин очень мала. Можно легко отделять пластинки толщиной 0.05—0.1 мм. Пластинки собраны в пачки, расположенные друг к другу под различными углами. Наблюдаются трехгранные острые и тупые углы ромбоэдра между пластинками. Карбонатные жилы в районе еще никем не встречены, и трудно доказать в данном случае, что пластинчатый кварц является псевдоморфозой по карбонатам или какому-либо другому минералу. Часто пластинчатый кварц обрастает друзы и отдельные призмы гребенчатого кварца в виде тонких пленок.

Под микроскопом обнаруживается, что каждая пластиночка кварца сложена гребенчатым столбчатым кварцем, росшим перпендикулярно плоскости пластинки. Пластиночки кварца чередуются с такими же пластинками микрозернистого халцедона, нарастающего на пластинки кварца (фиг. 35 и 36).

Фиг. 1. Ималкинский гранодиорит; ясно выраженная гнейсированная структура; в средней части фото-биотитовая полоса (× 45).

Фиг. 2. Ималкинский гранодиорит, массивная, гипидиоморфнозернистая структура в гнейсированном гранодиорите (× 45).



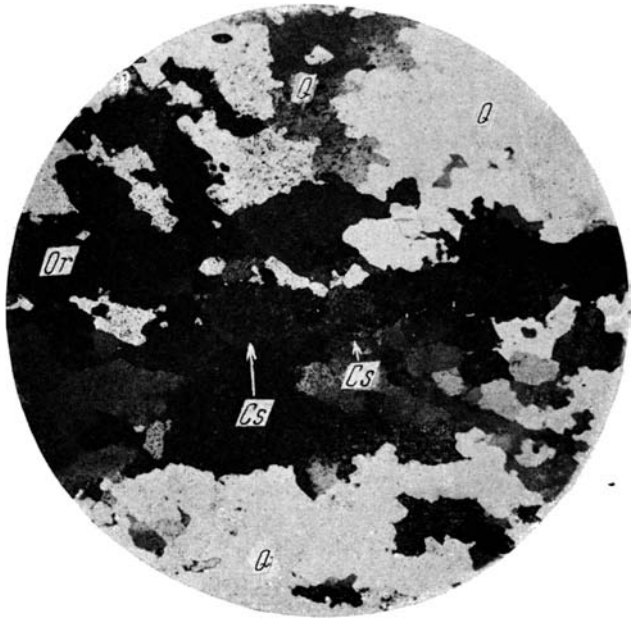
Фиг. 3. Лампрофир; паналлотриоморфная структура. Лампрофир брекчированный; порфирокластическая структура. Кварц и плагиоклаз образовали псевдопорофиры. Роговая обманка, плагиоклаз и, менее, кварц растерты до пылевидного состояния и слагают «базис» породы (× 45).

Фиг. 4. Аплит первого цикла; ясно выраженная параллельная структура (× 45).

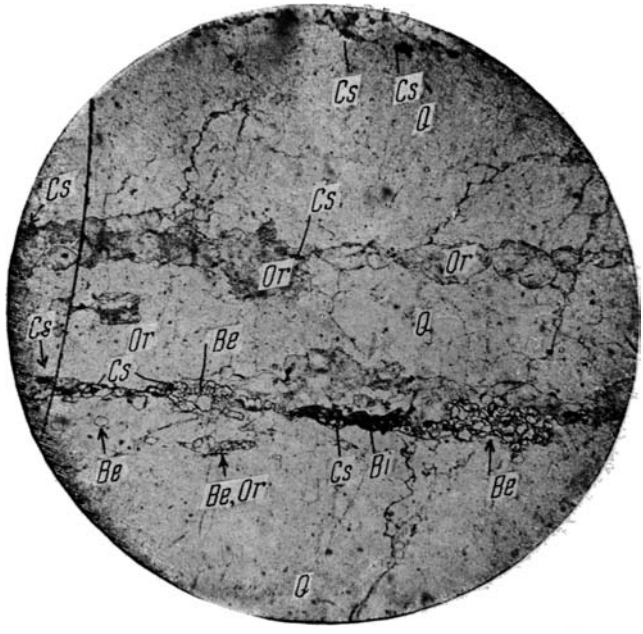
Фиг. 5. Кварцевая жила первого цикла, ясно выраженная параллельная структура кварца (× 45).

Фиг. 6. Пересечение и инъицирование параллельно залеганию аплитом второго жильного цикла кварцевой жилы первого цикла (нат. вел.).

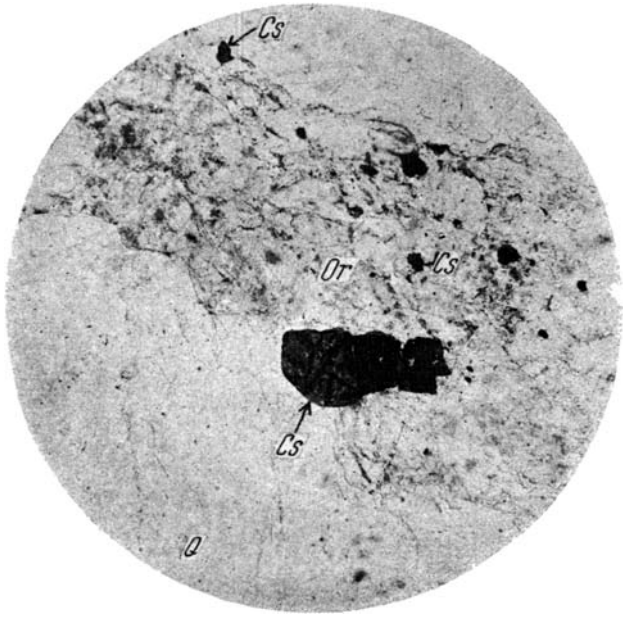
Фиг. 7. Пегматитовая кварцево-полевошпатовая инъекция в кварцевой жиле первого цикла (нат. вел.).



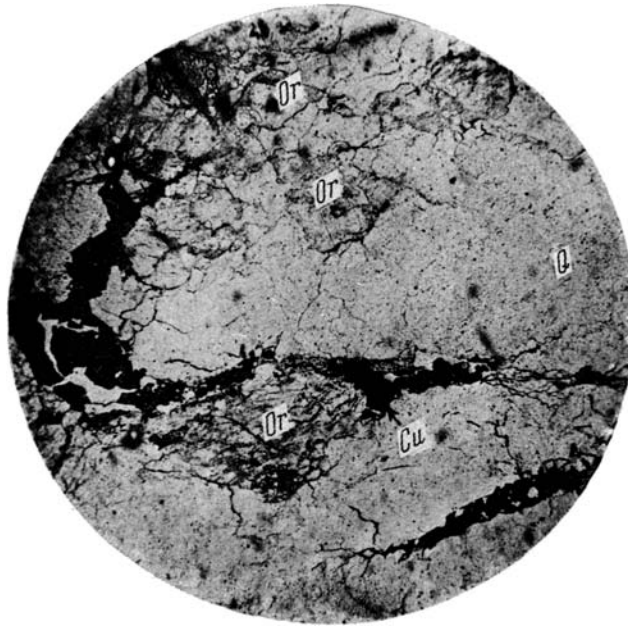
Фиг. 8. Кварцевая жила первого цикла; в кварце ортоклаз-пертит-касситеритовая инъекция второго цикла (горизонтальная темная полоска) (× 45).



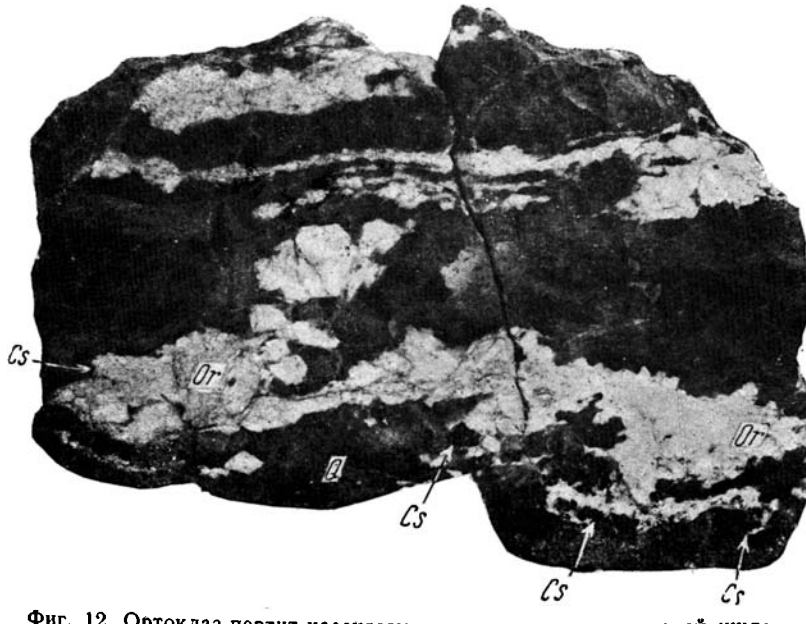
Фиг. 9. Кварцевая жила первого цикла с рудной берилл-ортоклаз-пертит-касситеритовой инъекцией второго жильного цикла. (×20).



Фиг. 10. Кварцевая жила первого цикла с рудной ортоклаз-пертит-касситеритовой инъекцией; неправильные ограничения кристаллов касситерита, включенных в ортоклаз-пертит; разъедание касситерита ортоклазом (×45).

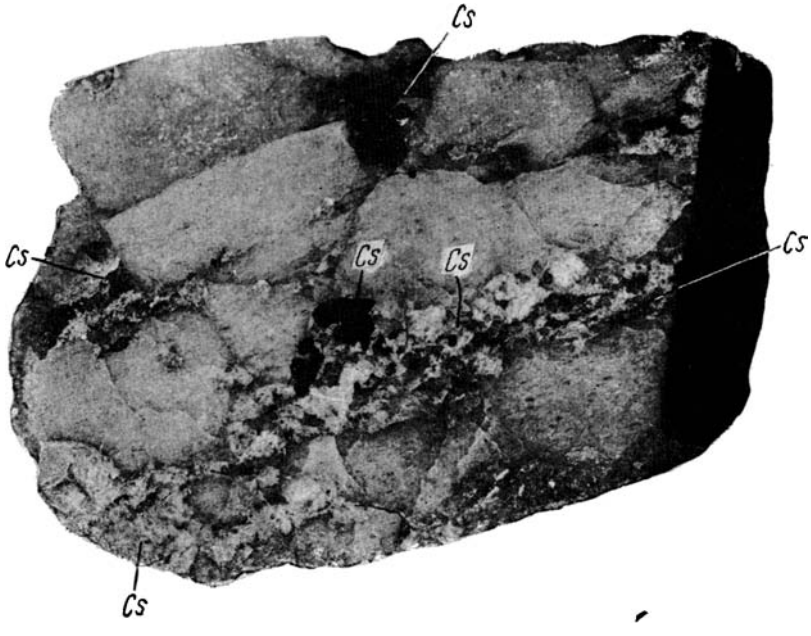


Фиг. 11. Кварцевая жила первого цикла с микроинъекцией ортоклаз-пертита, касситерита, берилла и куприта второго жильного цикла (куприт — черные жилки) (× 15).

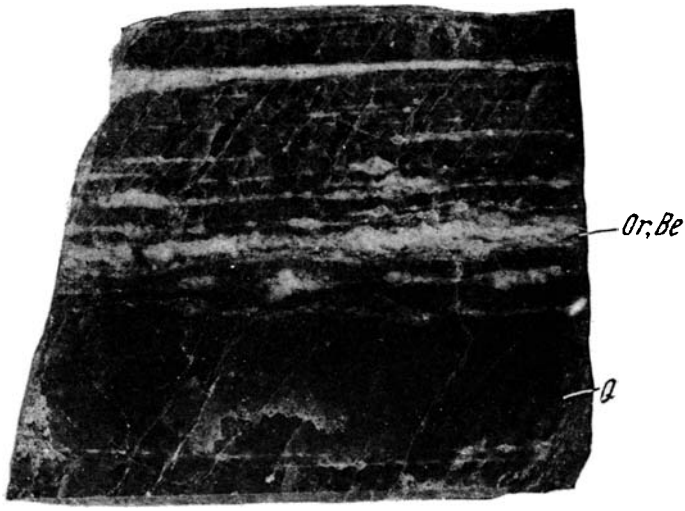


Фиг. 12. Ортоклаз-пертит-касситеритовая инъекция в кварцевой жиле первого цикла (нат. вел.).

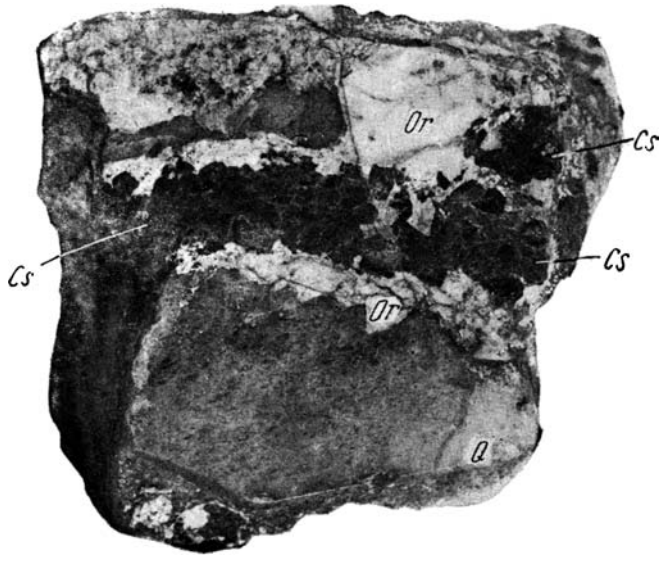
Фиг. 13. Ортоклаз-пертит-касситеритовая инъекция в кварцевой жиле первого цикла (нат. вел.).



Фиг. 14. Ортоклаз-пертит-касситеритовая инъекция в квацевой жиле первого цикла (нат. вел.).



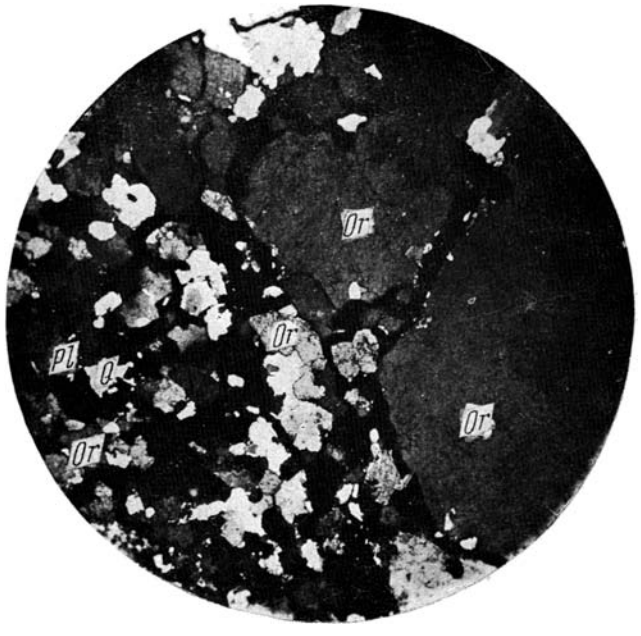
Фиг. 15. Ортоклаз-пертит-касситеритовая инъекция в кварцевой жиле первого цикла; ортоклаз-пертит кристаллизовался у зальбандов, а касситерит в центральной части полосы инъекции (нат. вел.).



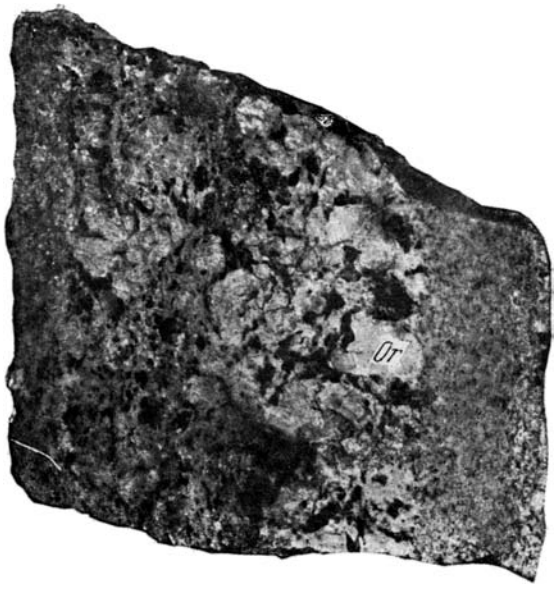
Фиг. 16. Кварцевая жила первого цикла (во всю мощность) с ортоклаз-пертит-берилло-касситеритовой инъекцией; трещиноватость в кварце (нат. вел.).

Фиг. 17. Кварцевая жила первого цикла (во всю мощность) с полевошпатово-касситеритовой инъекцией (нат. вел.).

Фиг. 18. Аплитовая жила второго цикла; гипидиоморфнозернистая структура (× 45).



Фиг. 19. Аплит-пегматитовая жила второго цикла; переход от мелкозернистой аплитовой оторочки жилы к центральной пегматитовой части (× 45).

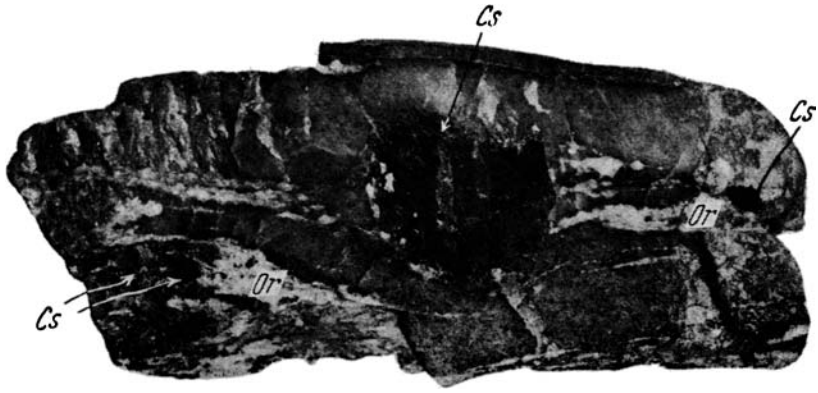


Фиг. 20. Аплит-пегматитовая жила; центральная часть жилы пегматитовая — кварцево-полевошпатовая, приконтактовые полосы — аплитовые (нат. вел.).

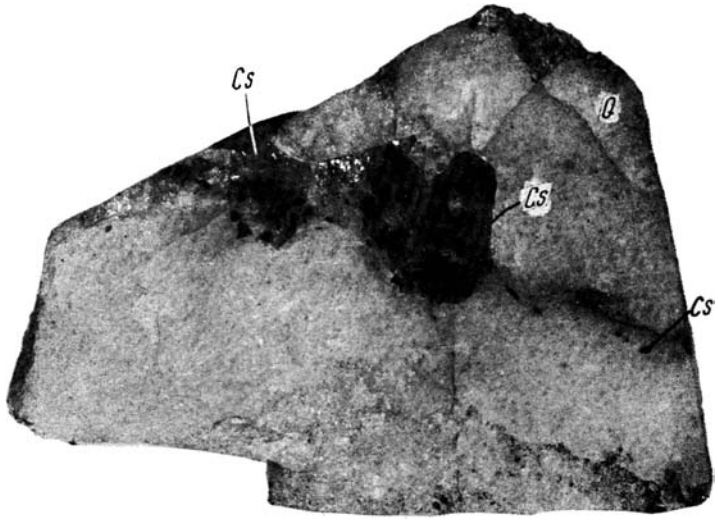
Фиг. 21. Пегматитовая жила второго цикла; структуры течения (нат. вел.).

Фиг. 22. Пегматитовая жила второго цикла; структуры течения (нат. вел.).

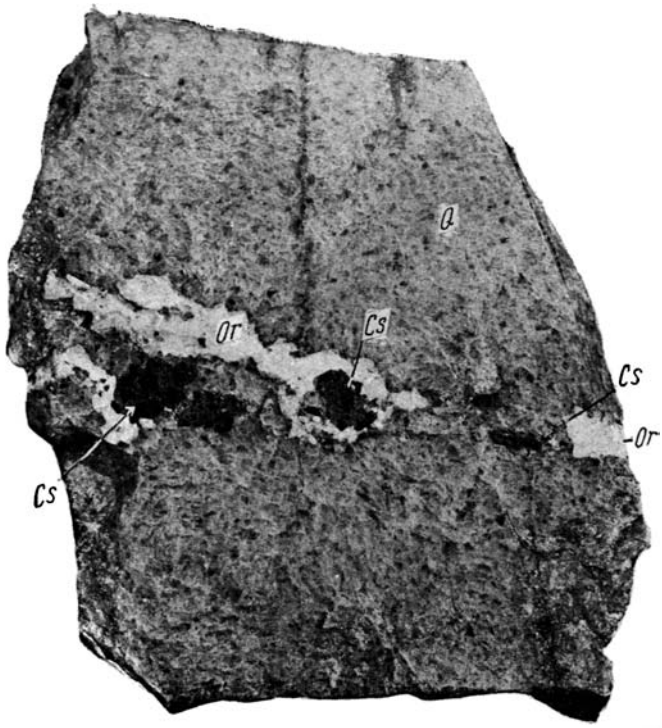
Фиг. 23. Пегматитовая жила второго цикла; структуры течения (нат. вел.).



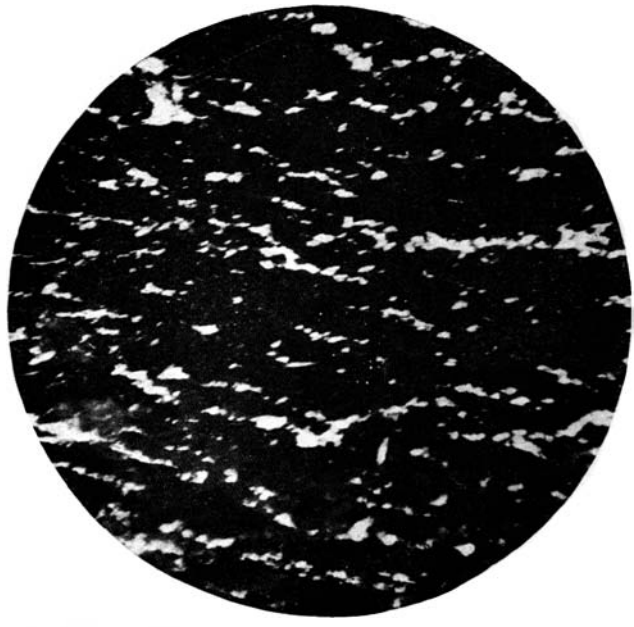
Фиг. 24. Полевошпатовая инъекция с касситеритом в кварцевой жиле первого цикла.



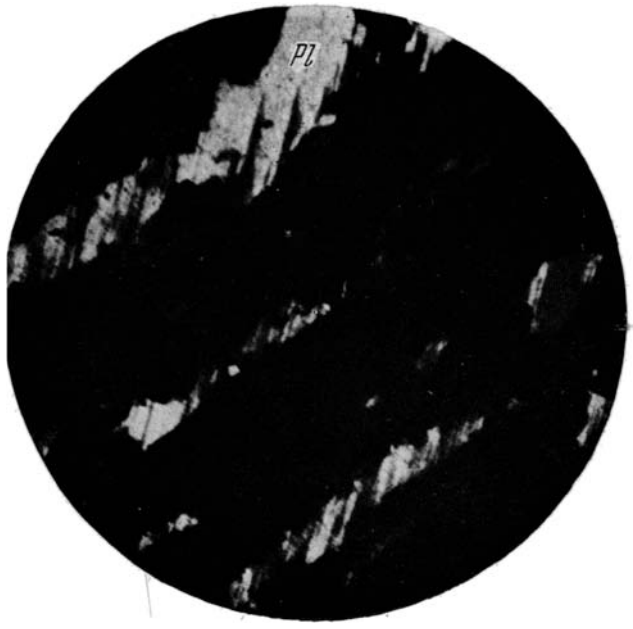
Фиг. 25. Касситеритовая инъекция в кварцевой жиле первого цикла; касситеритовая инъекция резорбировала кварц (нат. вел.).



Фиг. 26. Ортоклаз-пертит-касситеритовая инъекция в кварцевой жиле первого цикла (нат. вел.).

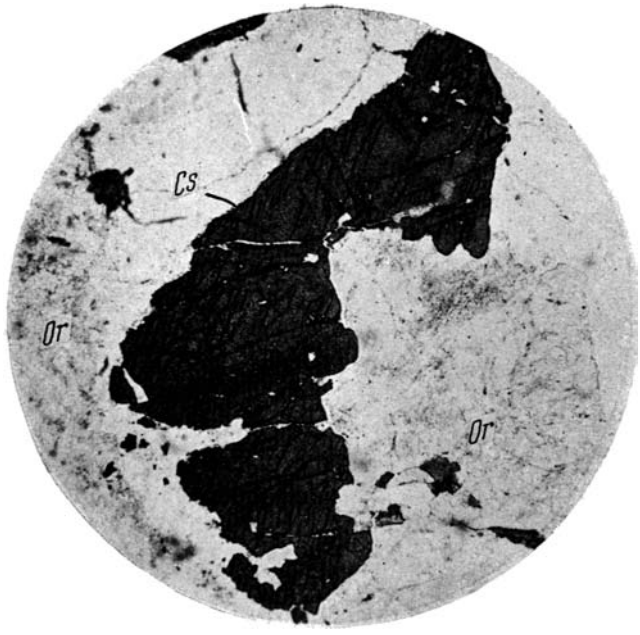


Фиг. 27. Ортоклаз-пертит из ортоклаз-пертит-касситеритовой инъекции в кварцевой жиле первого цикла (× 86).

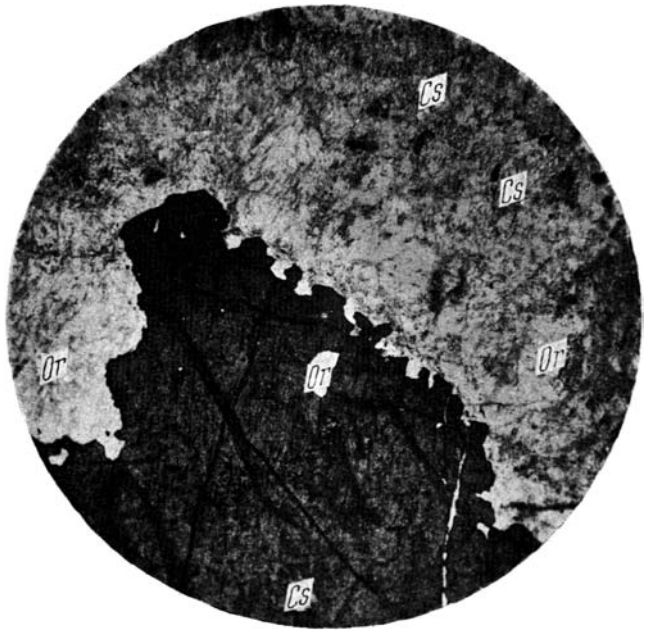


Фиг. 28. Ортоклаз-пертит из ортоклаз-пертит-кассеритовой инъекции в кварцевой жиле первого цикла (× 86).

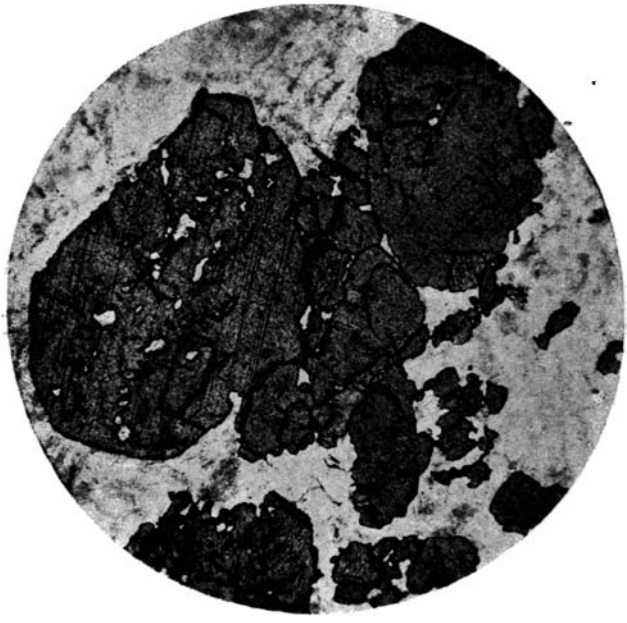
Фиг. 29. Ортоклаз-пертитовая жила с кассеритом; касситерит в ортоклаз-пертите; ксеноморфные очертания касситерита (касситерит — черный) (× 45).



Фиг. 30. Ортоклаз-пертитовая жила с касситеритом; касситерит в ортоклаз-пертите; разъедание касситерита ортоклаз-пертитом; жилки ортоклаз-пертита, секущие касситерит, ясно выражена спайность касситерита и трещины отдельности в нем (× 45).

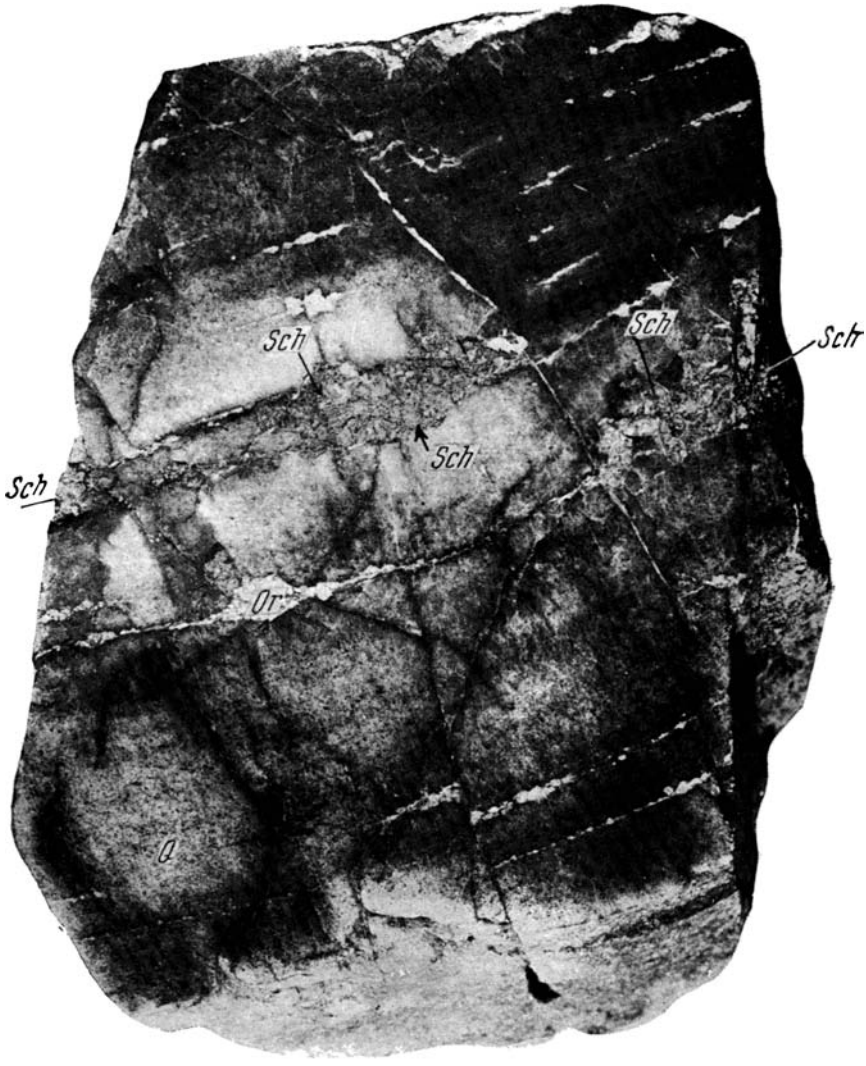


Фиг. 31. Ортоклаз-пертитовая жила с касситеритом; касситерит в ортоклаз-пертите; разъедание касситерита ортоклаз-пертитом: ксеноморфные включения ортоклаз-пертита в касситерите (× 45).



Фиг. 32. Ортоклаз-пертитовая жила с касситеритом; касситерит в ортоклаз-пертите; разъедание касситерита ортоклаз-пертитом; идиоморфные и ксеноморфные очертания касситерита; грани идиоморфного кристалла касситерита разъедены ортоклаз-пертитом; спайность у касситерита выражена слабо ($\times$ 45).

Фиг. 33. Кварцевая жила первого цикла с шеелитовой инъекцией; кварц сильно резорбирован рудной инъекцией и переотложен в виде графических вростков в шеелите (нат. вел.).



Фиг. 34. Кварцевая жила первого цикла (во всю мощность) с рудной ортоклаз-пертит-шеелитовой инъекцией с касситеритом ($\times \frac{1}{2}$).

Фиг. 35 Пластинчатый кварц; разрез перпендикулярный пластинам; структура отдельных пластин столбчатая (× 20).

Фиг. 36. Пластинчатый кварц; разрез, параллельный пластинам (× 20).

У некоторых жил отсутствует центральная зона из пластинчатого или плотного халцедоновидного кварца. В этих случаях друзы гребенчатого кварца, встречаясь в средней зоне жил, срастаются; сравнительно редко наблюдается, что они не достигают друг друга и между ними остаются пустоты. Обычно гребенчатый кварц имеет шестигранные пирамидальные вершинки с одинаково развитыми двумя ромбоэдрами *r* (1011) и *z* (0111). Но среди низкотемпературных кварцевых жил имеются жилы с гребенчатым кварцем, у которого вершинки трехгранные с выпуклыми гранями. Здесь развиты грани лишь одного ромбоэдра, грани же второго совершенно отсутствуют. Характерно, что в таких жилах гребенчатого кварца центральная полость ничем не выполнена; кварц при кристаллизации находился, следовательно, в условиях свободного роста.

Кварц низкотемпературных жил непрозрачен, белый с розовым оттенком. Низкотемпературными кварцевыми жилами закончилась жильная деятельность гранитного массива. Инъекция низкотемпературного кварца в кварцевые жилы первого цикла на участке Ималкинского месторождения очень редка. Она наблюдалась нами только в двух жилах.

ГЕНЕЗИС И ПРОМЫШЛЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Хотя все ныне известные оловоносные жилы Ималкинского месторождения залегают в гранодиорите, последний непосредственно не является их материнской породой. Как уже указывалось выше, ималкинский гранодиорит, вероятно, является более древним образованием, чем Дурулгуевские граниты. Жилы гранодиорита, лампрофира, аплитовые жилы первого цикла и кварцевые высокотемпературные жилы первого цикла генетически связаны с гранодиоритом. Не имеющими генетической связи с гранодиоритом следует признать жилы второго цикла. Эти жилы не несут каких-либо следов динамического воздействия, так ясно выраженного в гранодиорите в виде гнейсовидности и в жилах первого цикла в виде структур, параллельных гнейсовидности вмещающего их гранодиорита. Кроме того, в прилегающих к ималкинскому гранодиориту более кислых и, вероятно, более молодых разновидностях гранитов массива, не несущих на себе заметных следов метаморфизма, широко распространены пегматитовые и другие жилы, полностью сходные с соответствующими жилами участка Ималкинского месторождения. Рудных полевошпатово-касситеритовых жил, подобных ималкинским, в прилегающих к гранодиориту разновидностях гранитов Дурулгуевского массива пока не открыто. Но россыпи, содержащие касситерит, среди них обнаруживаются почти повсеместно. Известны также альбитизированные и грейзенизированные пегматиты с касситеритом к северу от пос. Новый Дурулгуй (в 1.5—3 км) и кварцевые жилы с арсенопиритом, касситеритом, шеелитом и вольфрамитом (месторождение Ирельчан, к северу, в 8—9 км от Ималкинского месторождения), залегающие в роговообманково-биотитовой крупнозернистой разновидности гранитов. Следует поэтому считать, что и ималкинские рудные жилы генетически связаны с кислыми фациями дурулгуевского интрузива, более молодыми, чем ималкинский гранодиорит.

Место ималкинских рудных жил во втором жильном цикле определяется довольно четко. Они пересекают все разновидности жил первого цикла и аплитовые, аплит-пегматитовые, пегматитовые и пегматоидные жилы второго цикла и, следовательно, моложе их. Вслед за пегматоидными кварцево-ортоклаз-пертитовыми жилами, вероятно после незначительного перерыва в жильной деятельности интрузии, появились рудные жилы. Касситерит-шеелитовой инъекцией в кварцевые жилы первого цикла рудный процесс на площади Ималкинского месторождения закончился. После рудных жил, а в отдельных случаях, вероятно, как их

дестилляты, появилась флюоритовая инъекция. Последняя проявилась очень скудно, и количество флюорита здесь весьма невелико. В рудных жилах содержание флюорита также весьма незначительно; заканчивается жильная деятельность на площади гранодиорита образованием низкотемпературных кварцевых жил. Таким образом, рудный процесс соответствует гипотермальной фазе.

Наблюдаемая высокая концентрация касситерита в ималкинских ортоклаз-пертитовых жилах, иногда сплошное выполнение отдельных участков жил, при весьма простом минералогическом составе их — ортоклаз-пертит, касситерит, — указывают на существование в развитии интрузии и остаточной магмы условий, благоприятствовавших накоплению олова в крайне простых по составу дифференциатах. Одним из этих условий, ярко фиксированным в рудных телах, является щелочность остаточных магматических растворов, способствовавшая накоплению и удержанию олова в растворе. По сравнению с предыдущими пегматоидными жилами, рудные жилы еще более пересыщены полевым шпатом, вплоть до образования чистых ортоклаз-пертитовых жил.

Подобный ход кристаллизации, с резким разделением полевого шпата и кварца, вообще широко распространен, не раз отмечался в литературе и уже давно получил объяснение в известных экспериментах Baur'a (1915). Им было показано, что при 520° из перегретых водных растворов получается кварц, ортоклаз и альбит. При медленном охлаждении в замкнутом пространстве (в бомбе) такой физико-химической системы сначала выделяется полевой шпат, а потом кварц (один). При изотермической кристаллизации, но с удалением летучего компонента выпадает сначала кварц, а потом или один полевой шпат, или смесь кварца с полевым шпатом. При охлаждении с удалением водяного пара идет одновременная кристаллизация кварца и полевого шпата. Результаты экспериментов Baur'a в основном приложимы и к многим природным процессам.

Высокие давления, господствовавшие при образовании рудных жил, удерживали в рудном растворе летучие компоненты (воду), которые способствовали дифференциации веществ и отжатию и выносу кремнекислоты. В рудных жилах до крайности резко сказалось разделение ортоклаз-пертита и кварца. Образовались мономинеральные или почти мономинеральные ортоклаз-пертитовые жилы крупнокристаллического сложения. Касситерит также образовал крупные, часто идиоморфные кристаллы или успел обособиться в отдельные линзы и гнезда, нередко с пустотами внутри, что указывает на участие в переносе олова компонента, выходящего из реакции при кристаллизации касситерита. В рудных жилах крупнокристаллического и блокового сложения, для которых можно, следовательно, полагать, что потеря летучего компонента (и охлаждение) была замедлена, касситерит очень редко кристаллизуется у контактов жил, обычно же внутри тела жилы, т. е. некоторое время олово удерживается в растворе летучим компонентом. Наоборот, в некоторых рудных жилах, в которых вместо обычного для большинства их блокового и крупнокристаллического сложения наблюдаются средне- и мелкозернистые структуры, указывающие на потерю летучего компонента рудной фазой, касситерит выделился в виде приконтактовых полос и иногда имеет тонкокристаллическую структуру. При этом в жилах, содержащих кварц, обнаруживается, что касситерит чувствительнее кварца реагирует на потерю летучего компонента и кристаллизуется первым. Участие летучего компонента в миграции рудной фазы с несомненностью следует из чрезвычайной подвижности, выразившейся в заполнении тончайших трещин значительного протяжения.

* В рудных жилах отсутствуют (или почти отсутствуют) минералы, содержащие так называемые элементы-минерализаторы: F, Cl, B, OH, H_2O и др. Бор фиксирован в более ранней стадии жильной деятельности интрузии в аплитовых, пегматитовых, пегматоидных и кварц-турмалино-

вых жилах в виде черного и черно-зеленого турмалина. Флюори
ных жилах присутствует в очень незначительных количествах
в весьма ничтожных количествах проявлен он в послерудной
стадии в виде инъекции в кварцевые жилы первого цикла.
тельно, существенного значения фтор не имел в накоплении и
рудной фазы. Хлор вообще отсутствует в продуктах интрузии. Во
H_2O), хотя и в незначительной концентрации, но в весьма больш
лютных количествах фиксирована уже в магматическую стадию
вых обманках, слюдах и других минералах, затем в пегматитах
дах и турмалине.

Хотя вода и не фиксирована в заметных количествах в м
рудных жил и их контактах, она, несомненно, присутствовала
растворах и наравне с другими их компонентами являлась реа
средой. Можно считать, что в нашем случае в обособлении
фракции и накоплении в ней олова большую роль играла в
ионы, подобно тому, как это, несомненно, имеет место при на
и миграции кремнекислоты и многих других веществ. Вода, ее
HO^1 и другие,[1] близкие по объему с F(Cl)$_n$, в рудных магма
растворах, возможно, образуют с оловянным катионом щелочн
кислот [$Sn(OH)_6K_2$, $Sn(OH)_6Na_2$].[2]

Что в щелочных водных растворах эти соединения оло
зуются — в общей химии твердо установлено. По мере изменения
химического состояния среды и нарушения условий устойчиво
ствования этих соединений они переходят во все более бедные
и водой формы, вплоть до SnO_2. Указанием на участие щелочей
тов воды и воды в переносе олова может служить нередко набл
в рудных жилах Ималкинского месторождения явление реак
отношения касситерита и растворов рудных жил. Это также
из анализа условий образования многочисленных месторожден
и достаточно убедительно выражается в привносе и отложени
терита при процессах альбитизации и грейзенизации — мусковит
и окварцевании (например, в пегматитовых жилах Дурулгуевск
сива), когда участие щелочей и воды в процессе рудоотложения
фиксировано в минералах рудных тел и не подлежит сомнению.

Переходя к промышленной характеристике Ималкинского
ждения, следует указать на недостаточность имеющихся раз
данных. Имеющиеся материалы говорят за то, что, несмотря н
ство отдельных жил касситеритом и общее большое число и
мощность и протяженность и, главное, разбросанность жил по
рии месторождения ставит их лишь в разряд рентабельных для
шой старательской разработки, хотя в дальнейшем, быть может,
ных случаях окажется возможным вложить небольшие средства
низацию добычи руд.

Небольшая мощность и протяженность рудных жил свидете
о слабости тектонических процессов как предпосылки для разв
на Ималкинском участке. К моменту образования рудных ж
Ималкинского месторождения не благоприятствовала проявле
щинной тектоники, и рудная фаза заполнила образовавшиеся ко
ее обособления маломощные, небольшого протяжения трещины
вания и проникала в переоткрытые кварцевые жилы первог

---

[1] H^1, как известно из общей химии, исходя из потенциальной энергии в водных растворах и в средах, богатых кислородом, каковой обычно являе ие может существовать в сколько-нибудь заметной концентрации в свобо и также образует комплексы с кислородом HO^1, OH_3^1 и пр.

[2] Для сульфидных месторождений олова соответственно сульфостаннат

дестилляты, появилась флюоритовая инъекция. Последняя проявилась очень скудно, и количество флюорита здесь весьма невелико. В рудных жилах содержание флюорита также весьма незначительно; заканчивается жильная деятельность на площади гранодиорита образованием низкотемпературных кварцевых жил. Таким образом, рудный процесс соответствует гипотермальной фазе.

Наблюдаемая высокая концентрация касситерита в ималкинских ортоклаз-пертитовых жилах, иногда сплошное выполнение отдельных участков жил, при весьма простом минералогическом составе их — ортоклаз-пертит, касситерит, — указывают на существование в развитии интрузии и остаточной магмы условий, благоприятствовавших накоплению олова в крайне простых по составу дифференциатах. Одним из этих условий, ярко фиксированным в рудных телах, является щелочность остаточных магматических растворов, способствовавшая накоплению и удержанию олова в растворе. По сравнению с предыдущими пегматоидными жилами, рудные жилы еще более пересыщены полевым шпатом, вплоть до образования чистых ортоклаз-пертитовых жил.

Подобный ход кристаллизации, с резким разделением полевого шпата и кварца, вообще широко распространен, не раз отмечался в литературе и уже давно получил объяснение в известных экспериментах Baur'a (1915). Им было показано, что при 520° из перегретых водных растворов получается кварц, ортоклаз и альбит. При медленном охлаждении в замкнутом пространстве (в бомбе) такой физико-химической системы сначала выделяется полевой шпат, а потом кварц (один). При изотермической кристаллизации, но с удалением летучего компонента выпадает сначала кварц, а потом или один полевой шпат, или смесь кварца с полевым шпатом. При охлаждении с удалением водяного пара идет одновременная кристаллизация кварца и полевого шпата. Результаты экспериментов Baur'a в основном приложимы и к многим природным процессам.

Высокие давления, господствовавшие при образовании рудных жил, удерживали в рудном растворе летучие компоненты (воду), которые способствовали дифференциации веществ и отжатию и выносу кремнекислоты. В рудных жилах до крайности резко сказалось разделение ортоклаз-пертита и кварца. Образовались мономинеральные или почти мономинеральные ортоклаз-пертитовые жилы крупнокристаллического сложения. Касситерит также образовал крупные, часто идиоморфные кристаллы или успел обособиться в отдельные линзы и гнезда, нередко с пустотами внутри, что указывает на участие в переносе олова компонента, выходящего из реакции при кристаллизации касситерита. В рудных жилах крупнокристаллического и блокового сложения, для которых можно, следовательно, полагать, что потеря летучего компонента (и охлаждение) была замедлена, касситерит очень редко кристаллизуется у контактов жил, обычно же внутри тела жилы, т. е. некоторое время олово удерживается в растворе летучим компонентом. Наоборот, в некоторых рудных жилах, в которых вместо обычного для большинства их блокового и крупнокристаллического сложения наблюдаются средне- и мелкозернистые структуры, указывающие на потерю летучего компонента рудной фазой, касситерит выделился в виде приконтактовых полос и иногда имеет тонкокристаллическую структуру. При этом в жилах, содержащих кварц, обнаруживается, что касситерит чувствительнее кварца реагирует на потерю летучего компонента и кристаллизуется первым. Участие летучего компонента в миграции рудной фазы с несомненностью следует из чрезвычайной подвижности, выразившейся в заполнении тончайших трещин значительного протяжения.

* В рудных жилах отсутствуют (или почти отсутствуют) минералы, содержащие так называемые элементы-минерализаторы: F, Cl, B, OH, H_2O и др. Бор фиксирован в более ранней стадии жильной деятельности интрузии в аплитовых, пегматитовых, пегматоидных и кварц-турмалино-

вых жилах в виде черного и черно-зеленого турмалина. Флюорит в рудных жилах присутствует в очень незначительных количествах. Также в весьма ничтожных количествах проявлен он в послерудной жильной стадии в виде инъекции в кварцевые жилы первого цикла. Следовательно, существенного значения фтор не имел в накоплении и миграции рудной фазы. Хлор вообще отсутствует в продуктах интрузии. Вода (HO^1, H_2O), хотя и в незначительной концентрации, но в весьма больших абсолютных количествах фиксирована уже в магматическую стадию в роговых обманках, слюдах и других минералах, затем в пегматитах — в слюдах и турмалине.

Хотя вода и не фиксирована в заметных количествах в минералах рудных жил и их контактах, она, несомненно, присутствовала в рудных растворах и наравне с другими их компонентами являлась реакционной средой. Можно считать, что в нашем случае в обособлении рудной фракции и накоплении в ней олова большую роль играла вода и ее ионы, подобно тому, как это, несомненно, имеет место при накоплении и миграции кремнекислоты и многих других веществ. Вода, ее группы HO^1 и другие,[1] близкие по объему с $F(Cl)_n$, в рудных магматических растворах, возможно, образуют с оловянным катионом щелочные соли кислот [$Sn(OH)_6K_2$, $Sn(OH)_6Na_2$].[2]

Что в щелочных водных растворах эти соединения олова образуются — в общей химии твердо установлено. По мере изменения физико-химического состояния среды и нарушения условий устойчивого существования этих соединений они переходят во все более бедные щелочами и водой формы, вплоть до SnO_2. Указанием на участие щелочей, элементов воды и воды в переносе олова может служить нередко наблюдаемое в рудных жилах Ималкинского месторождения явление реакционного отношения касситерита и растворов рудных жил. Это также следует из анализа условий образования многочисленных месторождений олова и достаточно убедительно выражается в привносе и отложении касситерита при процессах альбитизации и грейзенизации — мусковитизации — и окварцевании (например, в пегматитовых жилах Дурулгуевского массива), когда участие щелочей и воды в процессе рудоотложения широко фиксировано в минералах рудных тел и не подлежит сомнению.

Переходя к промышленной характеристике Ималкинского месторождения, следует указать на недостаточность имеющихся разведочных данных. Имеющиеся материалы говорят за то, что, несмотря на богатство отдельных жил касситеритом и общее большое число их, малая мощность и протяженность и, главное, разбросанность жил по территории месторождения ставит их лишь в разряд рентабельных для небольшой старательской разработки, хотя в дальнейшем, быть может, в отдельных случаях окажется возможным вложить небольшие средства на механизацию добычи руд.

Небольшая мощность и протяженность рудных жил свидетельствует о слабости тектонических процессов как предпосылки для развития жил на Ималкинском участке. К моменту образования рудных жил зона Ималкинского месторождения не благоприятствовала проявлению трещинной тектоники, и рудная фаза заполнила образовавшиеся ко времени ее обособления маломощные, небольшого протяжения трещины раскалывания и проникала в переоткрытые кварцевые жилы первого цикла.

---

[1] H^1, как известно из общей химии, исходя из потенциальной энергии системы, в водных растворах и в средах, богатых кислородом, каковой обычно является магма, не может существовать в сколько-нибудь заметной концентрации в свободном виде и также образует комплексы с кислородом HO^1, OH_3^1 и пр.

[2] Для сульфидных месторождений олова соответственно сульфостаннаты.

дестилляты, появилась флюоритовая инъекция. Последняя проявилась очень скудно, и количество флюорита здесь весьма невелико. В рудных жилах содержание флюорита также весьма незначительно; заканчивается жильная деятельность на площади гранодиорита образованием низкотемпературных кварцевых жил. Таким образом, рудный процесс соответствует гипотермальной фазе.

Наблюдаемая высокая концентрация касситерита в ималкинских ортоклаз-пертитовых жилах, иногда сплошное выполнение отдельных участков жил, при весьма простом минералогическом составе их — ортоклаз-пертит, касситерит, — указывают на существование в развитии интрузии и остаточной магмы условий, благоприятствовавших накоплению олова в крайне простых по составу дифференциатах. Одним из этих условий, ярко фиксированным в рудных телах, является щелочность остаточных магматических растворов, способствовавшая накоплению и удержанию олова в растворе. По сравнению с предыдущими пегматоидными жилами, рудные жилы еще более пересыщены полевым шпатом, вплоть до образования чистых ортоклаз-пертитовых жил.

Подобный ход кристаллизации, с резким разделением полевого шпата и кварца, вообще широко распространен, не раз отмечался в литературе и уже давно получил объяснение в известных экспериментах Baur'a (1915). Им было показано, что при 520° из перегретых водных растворов получается кварц, ортоклаз и альбит. При медленном охлаждении в замкнутом пространстве (в бомбе) такой физико-химической системы сначала выделяется полевой шпат, а потом кварц (один). При изотермической кристаллизации, но с удалением летучего компонента выпадает сначала кварц, а потом или один полевой шпат, или смесь кварца с полевым шпатом. При охлаждении с удалением водяного пара идет одновременная кристаллизация кварца и полевого шпата. Результаты экспериментов Baur'a в основном приложимы и к многим природным процессам.

Высокие давления, господствовавшие при образовании рудных жил, удерживали в рудном растворе летучие компоненты (воду), которые способствовали дифференциации веществ и отжатию и выносу кремнекислоты. В рудных жилах до крайности резко сказалось разделение ортоклаз-пертита и кварца. Образовались мономинеральные или почти мономинеральные ортоклаз-пертитовые жилы крупнокристаллического сложения. Касситерит также образовал крупные, часто идиоморфные кристаллы или успел обособиться в отдельные линзы и гнезда, нередко с пустотами внутри, что указывает на участие в переносе олова компонента, выходящего из реакции при кристаллизации касситерита. В рудных жилах крупнокристаллического и блокового сложения, для которых можно, следовательно, полагать, что потеря летучего компонента (и охлаждение) была замедлена, касситерит очень редко кристаллизуется у контактов жил, обычно же внутри тела жилы, т. е. некоторое время олово удерживается в растворе летучим компонентом. Наоборот, в некоторых рудных жилах, в которых вместо обычного для большинства их блокового и крупнокристаллического сложения наблюдаются средне- и мелкозернистые структуры, указывающие на потерю летучего компонента рудной фазой, касситерит выделился в виде приконтактовых полос и иногда имеет тонкокристаллическую структуру. При этом в жилах, содержащих кварц, обнаруживается, что касситерит чувствительнее кварца реагирует на потерю летучего компонента и кристаллизуется первым. Участие летучего компонента в миграции рудной фазы с несомненностью следует из чрезвычайной подвижности, выразившейся в заполнении тончайших трещин значительного протяжения.

В рудных жилах отсутствуют (или почти отсутствуют) минералы, содержащие так называемые элементы-минерализаторы: F, Cl, B, OH, H_2O и др. Бор фиксирован в более ранней стадии жильной деятельности интрузии в аплитовых, пегматитовых, пегматоидных и кварц-турмалино-

вых жилах в виде черного и черно-зеленого турмалина. Флюорит в рудных жилах присутствует в очень незначительных количествах. Также в весьма ничтожных количествах проявлен он в послерудной жильной стадии в виде инъекции в кварцевые жилы первого цикла. Следовательно, существенного значения фтор не имел в накоплении и миграции рудной фазы. Хлор вообще отсутствует в продуктах интрузии. Вода (HO^1, H_2O), хотя и в незначительной концентрации, но в весьма больших абсолютных количествах фиксирована уже в магматическую стадию в роговых обманках, слюдах и других минералах, затем в пегматитах — в слюдах и турмалине.

Хотя вода и не фиксирована в заметных количествах в минералах рудных жил и их контактах, она, несомненно, присутствовала в рудных растворах и наравне с другими их компонентами являлась реакционной средой. Можно считать, что в нашем случае в обособлении рудной фракции и накоплении в ней олова большую роль играла вода и ее ионы, подобно тому, как это, несомненно, имеет место при накоплении и миграции кремнекислоты и многих других веществ. Вода, ее группы HO^1 и другие,[1] близкие по объему с $F(Cl)_n$, в рудных магматических растворах, возможно, образуют с оловянным катионом щелочные соли кислот [$Sn(OH)_6K_2$, $Sn(OH)_6Na_2$].[2]

Что в щелочных водных растворах эти соединения олова образуются — в общей химии твердо установлено. По мере изменения физико-химического состояния среды и нарушения условий устойчивого существования этих соединений они переходят во все более бедные щелочами и водой формы, вплоть до SnO_2. Указанием на участие щелочей, элементов воды и воды в переносе олова может служить нередко наблюдаемое в рудных жилах Ималкинского месторождения явление реакционного отношения касситерита и растворов рудных жил. Это также следует из анализа условий образования многочисленных месторождений олова и достаточно убедительно выражается в привносе и отложении касситерита при процессах альбитизации и грейзенизации — мусковитизации — и окварцевании (например, в пегматитовых жилах Дурулгуевского массива), когда участие щелочей и воды в процессе рудоотложения широко фиксировано в минералах рудных тел и не подлежит сомнению.

Переходя к промышленной характеристике Ималкинского месторождения, следует указать на недостаточность имеющихся разведочных данных. Имеющиеся материалы говорят за то, что, несмотря на богатство отдельных жил касситеритом и общее большое число их, малая мощность и протяженность и, главное, разбросанность жил по территории месторождения ставит их лишь в разряд рентабельных для небольшой старательской разработки, хотя в дальнейшем, быть может, в отдельных случаях окажется возможным вложить небольшие средства на механизацию добычи руд.

Небольшая мощность и протяженность рудных жил свидетельствует о слабости тектонических процессов как предпосылки для развития жил на Ималкинском участке. К моменту образования рудных жил зона Ималкинского месторождения не благоприятствовала проявлению трещинной тектоники, и рудная фаза заполнила образовавшиеся ко времени ее обособления маломощные, небольшого протяжения трещины раскалывания и проникала в переоткрытые кварцевые жилы первого цикла.

---

[1] H^1, как известно из общей химии, исходя из потенциальной энергии системы, в водных растворах и в средах, богатых кислородом, каковой обычно является магма, не может существовать в сколько-нибудь заметной концентрации в свободном виде и также образует комплексы с кислородом HO^1, OH_3^1 и пр.

[2] Для сульфидных месторождений олова соответственно сульфостаннаты.

ЛИТЕРАТУРА

Ван-Аркель. Химическая связь № 1. Химтеорет., 1935.

Готман Я. Д. К вопросу о свойствах касситерита в связи с условиями его образования. Бюлл. Моск. общ. испытат. природы, 16, вып. 2, 1938.

Заварицкий В. А. Материалы к петрографии гранитов Восточного Забайкалья. Изв. Акад. Наук, 1937, № 2.

Королев А. В. Повторные разрывы в трещинных рудных жилах. Сов. геол., № 8—9, 1938.

Левицкий О. Д. Вольфрамовые месторождения Восточного Забайкалья. Месторождения редких и малых металлов. Изд. Акад. Наук, т. 2, 1939.

Линдгрен В. и др. Геология рудных месторождений западных штатов США. Сб. посвящ. В. Линдгрену. ОНТИ, 1937.

Ниггли П. Генетическая классификация магматических рудных месторождений. ОНТИ, 1938.

Обручев В. А. Геология Сибири, т. 1, 1937.

Пэк А. В. Геологические исследования в бассейне р. Или. Вып. ВГРС, 1931.

Сиджвик С. С. Природа связей в химических соединениях Геолтреста. ОНТИ, Химтеорет, Л., 1936.

Смирнов С. С. Схема металлогении Восточного Забайкалья. Проблемы сов. геол., № 10, 1936.

Смирнов С. С. Некоторые замечания о сульфидных касситеритовых месторождениях. Изв. Акад. Наук, № 5, 1937.

Смирнов С. С. К вопросу о зональности рудных месторождений. Изв. Акад. Наук, № 2—3, 1938.

Сперр Дж., Линдгрен В. и Фогг И. О рудной магме. ОНТИ, М.—Л., 1933.

Степанов Б. Л. Роль Восточно-Сибирского края в оловянной проблеме Союза. Тр. В.-Сиб. геол.-разв. тр., ОГИЗ, вып. 4, М.—Иркутск, 1933.

Тетяев М. М. К геологии и тектонике Забайкалья. Вестник геол. ком., № 8—9, 1927.

Ферсман А. Е. Пегматиты, т. 1, Изд. Акад. Наук, 1933.

— Геохимия, т. 1, ОНТИ, Л. 1934.

— Геохимия, т. 2, ОНТИ, Л. 1934.

— Геохимия, т. 3, ОНТИ, Л. 1937.

— Геохимия, т. 4, Изд. Акад. Наук, 1939.

Холмов Г. В. Минерогенический очерк Дульдургинского вольфрамового месторождения. Тр. Всесоюзн. геол.-разв. об., вып. 133, 1931.

Шнейдер. Морфологическая схема габитусов касситерита. Проблемы сов. геол., № 3, 1937.

Эммонс В. Изменение первичного оруденения с глубиной. ОНТИ, 1933.
Отношение металлоносных жильных систем к массивам изверженных пород. ОНТИ, 1933.

Baur E. Bildung der Feldspate aus Wasserlosungen beim nohen Druck. Doelter's Handbuch der Mineralchemie, B. 2, 1915, 556.

I. N. CHENTZOV

THE IMALKA CASSITERITE DEPOSIT IN EASTERN TRANSBAIKAL

Summary

In the summer of 1937 the author visited a cassiterite occurrence at Imalka River, Eastern Transbaikal, and described the geology of the region and a very interesting and rare type of tinstone deposits — the orthoclase-perthite-cassiterite veins.

The region of the deposit is made up of unfossiliferous sandstone-schist Paleozoic strata with an intrusion of the Durulguy granite of Upper Jurassic or Lower Cretaceous age breaking into the strata. The sedimentary-metamorphic series forms a fold trending north-east and overturned to the north-west. The granite block extends conformably to the folding and the general geological structure of Eastern Transbaikal trending from south-west north-easterly.

After the granite intrusion in a later period of time (the Quaternary, G. N. Rudzit) within the sedimentary-metamorphic series effusions appeared, represented by basalts, andesites and more acid varieties of porphyrites. The effusions, as well as the entire structure of region, have a north-eastern trend.

The ore-bearing veins occur in the gneiss granodiorite which occupies a small area within the granite block. This granodiorites are regarded asamarginal facies

of the Durulguy granites, or as an earlier intrusion than the latter. The tin-bearing veins are genetically related to the acid sodium-potassium pegmatoid granites of Durulguy. In a series of vein derivatives of the granitic magma the tin-bearing veins occupy, according to the time of their formation, a place after the pegmatoid veins and are characterised as hypothermal ones. The ore veins do not produce any contact alterations in the enclosind granodiorite.

The chief minerals of the ore veins are orthoclase-perthite and cassiterite; of secondary importance are quartz, albite, scheelite, beryl. The veins are very rich in cassiterite which forms accumulations and large crystals. The cassiterite is of a light-brown or honey-yellow hue being seldom colourless. Orthoclase-perthite and beryl contain rubidium and cesium. No albitization or greisenization have been observed in the ore veins. It is assumed that in the migration of tin water, HO^1 groups, and alcaline elements took part.

In the pegmatite veins of the region a rare mineral, danalite, has been found, closely related in its low zinc content to helvine. Of commercial value, in so far as tin is concerned, is a rich placer in a small Nukorushkina valley. The placer is located within the area of the vein occurrence and is parallel to the strike of the latter.

СОДЕРЖАНИЕ

Стрелкин М. Ф. К минералогии Чердоякского и Верхне-Баймурзинского оловянных месторождений
Введение 1
Месторождение Чердояк 2
Верхне-Баймурзинское месторождение 13
Заключение 19
Summary 19
Ченцов И. Г. Ималкинское месторождение касситерита
Введение 21
Изученность района 21
Геология района 22
Ималкинское месторождение касситерита 23
Генезис и промышленная характеристика месторождения 41
Литература 44
Summary 44

Ответ. редактор О. Д. Левицкий
Кол. печ. зн. в 1 печ. л. 60480. Подписано к печати 4/V 1941 г. Рисо № 1565-679
Тираж 600 экз. А — 38628. Объем 3 печ. л. + 1⅝ печ. л. вкл. 6,25 уч.-изд.
Цена книги 5 руб.

Типо-литография Изд-ва Академии Наук СССР. Ленинград, В. О., 9 линия, д. 12. Заказ № 152

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

Петрографическая серия

Вып. 2 (№ 1). 1938. Стр. 42. Ц. 2 р. 50 к.

Н. И. Соустов и Б. М. Куплетский. Материалы по петрографии Кольского полуострова.

Вып. 3 (№ 2). 1938. Стр. 34. Ц. 2 р. 50 к.

Ф. И. Рукавишников. Геолого-петрографический очерк района Айдырлинских золото-вольфрамовых месторождений на Южном Урале.

Вып. 4 (№ 3). 1938. Стр. 30. Ц. 1 р. 50 к.

Д. С. Белянкин, В. П. Еремеев и В. П. Петров. Новые данные по неоинтрузиям в бассейне реки Уруха.

Вып. 5 (№ 4). 1938. Стр. 40. Ц. 2 р.

И. В. Борисович. Продукты разложения базальта реки Мокрой Волновахи. А. П. Лебедев. Плагиоклазы четвертичных лав Алагеза. Л. М. Куприянова. О сферолитовой микроструктуре в шамоте. А. А. Леонтьева. Исследование физических свойств обсидианов в связи с вопросом пемзообразования.

Вып. 12 (№ 5). 1940. Стр. 99. Ц. 8 р.

Д. С. Коржинский. Факторы минеральных равновесий и минералогические фации глубинности.

Вып. 20 (№ 6). 1939. Стр. 60. Ц. 3 р.

В. В. Лапин. Петрографическое исследование основных мартеновских шлаков по ходу плавки металла. В. В. Лапин. К минералогии томасовских шлаков. М. П. Воларович, А. А. Леонтьева, Л. И. Корчемкин и Р. С. Фридман. О влиянии плавикового шпата на плотность и вязкость расплавленного диорита. Н. А. Торопов. Кристобалитизация кварца при низких температурах.

Вып. 21 (№ 7). 1940. Стр. 73. Ц. 5 р.

И. А. Преображенский. О формах зерен. А. А. Турцев. Магнитные свойства бурых железняков Керченского полуострова. А. И. Волженков. Реакционные взаимоотношения, сопровождающие кристаллизацию гранитной магмы. Д. С. Белянкин и В. П. Петров. Тешенито-камптонито-мончикитовые интрузии окрестностей г. Ахалциха.

Вып. 25 (№ 8). 1940. Стр. 84. Ц. 7 р. 50 к.

И. Е. Сморчков. Характерные особенности оловоносных гранитов Зеренского района. Б. М. Куплетский. Палагонитовые базальты Тимана. И. А. Преображенский. Автигенные полевые шпаты в девонских песчаниках Тимана. И. А. Островский. Использование вариационных диаграмм при изучении сложных минералов. В. В. Лапин. О некоторых явлениях выветривания гранита и мрамора в сооружениях. М. П. Воларович и Л. П. Корчемкин. О влиянии газов на кристаллизацию расплавов горных пород. С. Л. Вольфсон и В. В. Лапин. К вопросу о составе «выполняющего вещества» в структуре портландского цементного клинкера. Б. В. Иванов. К петрографии зонального динаса из свода отражательной печи Кировградского медеплавильного завода.

Вып. 26 (№ 9). 1940. Стр. 64. Ц. 5 р. 50 к.

Н. И. Соустов. Протерозойская спилито-диабазовая формация «Имандра—Варзуга» на Кольском полуострове.

Вып. 29 (№ 10). (В печати).

Б. М. Куплетский и О. И. Ковалева. Опыты рациональной классификации гранитоидов.

Вып. 34 (№ 12). 1940. Стр. 48. Ц. 4 р. 50 к.

Б. П. Беликов. Мраморы Грузии.

Вып. 36 (№ 11). 1940. Стр. 70. Ц. 6 р.

И. А. Островский и В. П. Петров. Материалы по связи оптики и химического состава магнезиально-железистых слюд. В. П. Еремеев и Р. П. Петров. Петрографическая характеристика неоинтрузии г. Квиран. В. П. Еремеев. Петрографическое исследование цеолитового габбро из района с. Гвердзанети в Грузии. В. В. Лапин. К минералогии основных мартеновских шлаков рудного процесса.

Вып. 40 (№ 13). 1940. Стр. 56. Ц. 3 р. 80 к.

Д. С. Белянкин. Современные успехи советской технической петрографии — основа дальнейших ее перспектив. Н. А. Сирин. Гранитные интрузии Приполярного Урала. В. В. Лапин. О составе фаялитового силиката в шлаке медного штейна. Б. В. Иванов. Петрографический анализ импортного доломитового кирпича. В. И. Лучицкий. К вопросу о диагностике кордиерита в метаморфических и магматических породах. И. А. Преображенский. Об автигенных минералах и минерало-образовании.

Вып. 44 (№ 14). 1940. Стр. 52. Ц. 4 р.

Н. Ф. Шония. Сакаурская неоинтрузия в верхней Раче. Г. М. Заридзе и К. И. Чичинадзе. Эцерская неоинтрузия на Кавказе. И. В. Борисевич. К минералогии карбонатных марганцовых руд Мазульского месторождения. М. К. Бельштерли и А. А. Турцев. Термомагнитные исследования биотита.

Вып. 50 (№ 15). (В печати).

С. Г. Саркисян. Петрография рыхлых касситеритсодержащих отложений Забайкалья.

Вып. 55 (№ 16). (В печати).

И. Е. Сморчков. Кислые интрузии Зеренского района (Восточное Забайкалье) в связи с их оловоносностью.

Вып. 56 (№ 17). (В печати).

И. А. Преображенский. Акцессорные минералы изверженных пород.

Вып. 57 (№ 18). (В печати).

В. И. Лучицкий и М. И. Ожегова. Генетические взаимоотношения глубинных и интрузивно-эффузивных пород северо-запада Украинского кристаллического массива. В. П. Еремеев. Некоторые строительные материалы и нерудные ископаемые Дигории.

Вып. 58 (№ 19). (В печати).

Д. С. Белянкин и В. В. Лапин. Новые данные по минералогии шлаков Зестафонского завода. В. В. Лапин. О шлаках Карсаклайского медеплавильного завода: нормальном и базальтоидном. Б. В. Залеский, А. И. Корсунский и В. В. Лапин. К вопросу о долговечности разностей карбонатных пород Самарской Луки.

Вып. 59 (№ 20). (В печати).

И. А. Преображенский. Граниты Мань-Хамбо, Приполярный Урал. С. Г. Саркисян и М. К. Житкова. Петрография рыхлых отложений бассейна рр. Народа, Мань-я и Щокурья Приполярного Урала. Д. С. Белянкин, В. П. Еремеев и Р. П. Петров. К изучению неоинтрузии горы Тепли. П. И. Спасибко. К вопросу о происхождении гнейсов долины р. Теберды на Северном Кавказе.

Вып. 61 (№ 21). (В печати).

Д. С. Коржинский. Закономерности ассоциации минералов в метаморфических и метасоматических породах архея Восточной Сибири.

КНИГИ ВЫСЫЛАЮТСЯ НАЛОЖЕННЫМ ПЛАТЕЖОМ

Адрес: Москва, 12. Б. Черкасский пер., 2.
Контора «АКАДЕМКНИГА».

ОПЕЧАТКА

Стр. 28 — таблицу 6, строку 4 снизу читать следует так:

2V... —72 —82 —80 —78 —76 —78 —74

Труды Института геологических наук, вып. 51

Цена 5 руб.