26.3
М 34
КРАЕВ.

М 34

RECORDS OF THE GEOLOGY
OF THE WEST SIBERIAN REGION

МАТЕРИАЛЫ
ПО
ГЕОЛОГИИ
ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО КРАЯ

ВЫПУСК 15

Кр

30 333

ИЗДАНИЕ З. С. Г. Г. Г. Т.

* * ТОМСК * * 34

30333

Кемеровская областная библиотека
ФИЛИАЛ СПЕЦХРАНЕНИЯ

RECORDS OF THE GEOLOGY
OF THE WEST SIBERIAN REGION

МАТЕРИАЛЫ
ПО
ГЕОЛОГИИ
ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО КРАЯ

26.3
М34

ВЫПУСК 15

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР ПРОФ. М. А. УСОВ

242861

Кемеровская
областная библиотека
ОСНОВНОЙ ФОНД

ИЗДАНИЕ З. С. Г. Г. Г. Т

19 * * ТОМСК * * 34

Горлит № 1047—22/VII-34 г. Сдано в набор 15/VIII—34 г. Подписано к печати 9/X—34
Объем 2½ п. л. 63000 зн. в печ. л. Статф. 176 × 250/16. Тираж 550 экз. Заказ № 7402—34
3-я Трансжелдориздата. Томск, Типографский пер. № 6.

МАТЕРИАЛЫ ПО ГЕОЛОГИИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО КРАЯ
RECORDS OF THE GEOLOGY OF THE WEST-SIBERIAN REGION
1934 № 15

Минералогические исследования полиметаллических руд Салаирских месторождений.

Г. П. Болгов.

Mineralogenic Investigations of Polymetallic Ores of the Salayr Deposits.

By G. P. Bolgov.

Вступление

Предлагаемая работа является результатом минералогического исследования коллекций Салаирских полиметаллических руд. Основным материалом послужила коллекция, собранная мною осенью 1933 г., в связи со специальной поездкой на II Салаирский рудник. Последняя была вызвана необходимостью более детального ознакомления с характером Салаирского оруденения для того, чтобы на основе этого дать более или менее правильную оценку месторождениям Тарсминского района. Нужно заметить, что значительная доля собранного материала падает на месторождение II Салаирского рудника, где удалось побывать в выработках, начиная с горизонта 27 м до горизонта 100,3 м. Вследствие того, что все остальные месторождения Салаирской группы в настоящее время не работаются, руды, их характеризующие, были изучены по образцам, взятым частично из отвалов, а главным образом, из корнов буровых скважин. Месторождение „Линза 2" Урского района охарактеризовано по данным скважин № 47 и 48, подсекающих рудное тело на глубине соответственно в 50 и 100 м. Кроме этого, при обработке материала я частично воспользовался коллекцией П. Ф. Красникова, любезно предоставившего ее в мое распоряжение. Наконец, мною были использованы отдельные штуфы Геологического Музея ЗСГГГТ. Из всего этого материала мною были отобраны образцы и приготовлено из них большое количество полированных и прозрачных шлифов, подвергнутых соответствующему изучению.

Выполнение данной темы производилось в минераграфическом кабинете НИС'а Горного Института под непосредственной консультацией проф. Ф. Н. Шахова и под общим руководством проф. М. А. Усова, целым рядом ценных указаний которых я пользовался при выполнении настоящей работы, за что и выражаю им свою искреннюю благодарность.

I. Краткий геологический очерк Салаирских полиметаллических месторождений.

Геологическое строение собственно Салаирской и Урской групп м-ний, на основании исследований Г. С. Лабазина*), может быть представлено в следующем виде.

М-ния собственно Салаирской группы приурочены к выходам сложного комплекса метаморфических образований, занимающих площадь около 3,2 км², в виде вытянутого в ССЗ. направлении эллипса, зажатого среди кембрийских известняков. Породы данной метаморфической серии представлены в различной степени рассланцованными в том-же направлении и метаморфизованными кварцевыми порфироидами, кварцевыми и бескварцевыми кератофирами, порфиритами и их туфами. Крайняя степень изменения этих пород находит свое выражение в серицито-кварцевых, кварцево-серицитовых и хлоритовых сланцах, которые, как правило, встречаются вблизи рудных тел.

Среди всей этой массы метаморфических пород преобладающим развитием пользуются кварцевые порфироиды и тесно связанные с ними серицито-кварцевые сланцы. Что касается порфиритов и их туфов, то по данным Лабазина они зафиксированы лишь около м-ния II Салаирского рудника, залегая в висячем боку рудного тела, и отделены от последнего прослоем кварцево-серицитовых и серицито-кварцевых сланцев. В свою очередь, порфирито-туфовые породы отделяются аналогичными сланцами от вышележащих кварцевых порфироидов, причем здесь эти сланцы кое где сопровождаются вторичными кварцитами.

Вся эта толща метаморфизованных пород во многих пунктах рассекается различной мощности простирания и возраста дайками диорит-диабазов, которые по данным буров. скважин оказываются секущими и рудные тела.

Касаясь детального описания кварцевых кератофиров (кв. порфиров), Г. С. Лабазин отмечает, что среди них можно констатировать несколько генераций, из которых одни являются эффузивными кварцевыми кератофирами (кембрийские), а другие жильными или интрузивными. С последними, по его мнению, и связывается полиметаллическое оруденение. Возраст этих молодых кварцевых порфиров Лабазин предположительно считает герцинским, на основании аналогий с Смирновским месторождением, что, как увидим ниже, не отвечает действительности. Между прочим, нужно отметить, что при этом выделении у исследователя, повидимому, не было достаточного фактического материала; поэтому он здесь же отмечает, что разграничить кв. кератофиры эффузивные от интрузивных не представляется возможным в связи с значительным их изменением. В своей работе „Проблема Рудного Салаира“ М. А. Усов показал, что все Салаирские порфировые породы не несут в себе каких либо явных признаков типичных эффузивных образований и, наоборот, их нельзя отнести и к интрузивам. Детальное изучение этих пород приводит его к выводу, что данные породы являются особой фацией, а именно—„жерловой“ фацией, характеризующейся признаками как эффузивных, так и интрузивных образований.

Урская группа м-ний приурочена к широкой полосе метаморфических пород, представленых здесь различными хлоритовыми сланцами, кварцевыми порфирами, в той или иной мере рассланцованными и гидротермально измененными. Наличие среди сланцев разностей с отчетливо выраженной полосчатой текстурой свидетельствует о частичном образовании метаморфических пород за счет осадочного материала. Вся эта полоса метаморфических пород

*) Лабазин, Г. О. „Рудные м-ния Салаира“, стр. 29 (Рукопись Отдела Фондов Зап. Сиб. ГГГТ).

залегает среди более широкой, также вытянутой в СЗ. направлении полосы кембрийских известняков. Серицитовые сланцы и вторичные кварциты пользуются заметным развитием в районе и сосредоточиваются, главным образом, на площадях, прилегающих к рудным м-ниям. В общем по геологическим условиям своего залегания м-ния данной группы вполне аналогичны полиметаллическим м-ниям Салаирского района. Здесь, также, как и там, м-ния локально и, несомненно, генетически связаны с кварцевыми порфирами.

Что касается геологической обстановки Смирновского м-ния (Тарсминского р-на), то относительно предположения Лабазина — „о залегании его в породах верхнетурнейского яруса нижнего карбона"—следует заметить, что оно не соответствует действительности, т. к. метаморфическая толща, в которой залегают кварцево-порфировые тела и связанные с ними м-ния, относятся к Печеркинской формации, возраст которой является довольно древним. По последним данным Б. Ф. Сперанского, возраст этой толщи определяется как верха среднего кембрия. От известняков нижнего карбона данная формация отделена значительной зоной нарушения, а поэтому нет никаких оснований ставить в связь метаморфизованные породы с известняками находящегося вблизи нижнего карбона.

Таким образом, вопрос о варисцийском возрасте второй генерации кварцевых порфиров отпадает так-же, как и самое существование последних, так как по своему облику вмещающие Смирновское м-ние кв. порфиры ничем не отличаются от аналогичных пород Салаирских м-ний.

В общем, геологическая обстановка всех Салаирских м-ний показывает, что кроме указанных кварцевых порфиров, носящих признаки интрузивных образований, вблизи м-ний нет никаких других интрузивных пород, а следовательно, естественно предположить не только локальную, но и генетическую связь оруденения именно с кварцевыми порфирами. Подробные доказательства последнего мы приводим ниже.

II. Форма и строение рудных залежей Салаирских полиметаллических месторождений.

Согласно архивных данных, а также интенсивно производившихся за последние годы разведочных и подготовительных работ, рудные тела Салаирских колчеданных м-ний имеют неправильную линзообразную или чечевицеобразную форму. Отклонение от этого правила является весьма редким исключением. Примером может служить лишь Соймоновское м-ние 1 рудника, рудное тело которого представляет неправильный шток, резко с'уживающийся на его нижних горизонтах, имея при этом трубчатый характер. Другим примером является Троицкое м-ние, имеющее форму жилы с отношением длины к мощности 40 : 1 *).

Таким образом, на сегодняшний день большинству рудных тел Салаирских м ний приписывается**) линзообразная форма. Но нужно заметить, что подобные выводы для значительного процента м-ний сделаны на основании буровых работ, которые, несомненно, дают лишь приблизительную и грубую схему. Более точные контуры залежей могут быть получены только при вскрытии их достаточным количеством горно-разведочных и эксплоатационных выработок, и вот, на примере вошедшего уже сейчас в эксплоатацию II Салаирского рудника выясняется, что форма его рудного теля является гораздо более сложной, нежели представление о линзообразном харак-

*) Лопушинский, П. М. Разведка Цинкстроя на Салаирском кряже.—Вестник ЗСГРТ, 1933, № 6.

**) Лабазин, Г. С. „Рудные м-ния Салаира" (Рукопись Отд. Фонд. Зап.-Сиб. ГГГТ).

тере. Приводимая ниже таблица*) показывает, что как мощность, так и длина этого рудного тела являются весьма непостоянными и различными для различных горизонтов м-ния.

Горизонт по Преображенской шахте в м.	Максимальная горизонтальная мощность рудного тела в м.	Длина рудного тела в м.
27,7	30	
40,5	25,6	225
51,2	34,1	275
68,3	27,7	218
83,2	25,5	260
98,1 — 100,3	19,2	242
162	15,7	350
226	9	150

Начиная с горизонта 162 м, рудная залежь разделяется на два слоя, которые, почти соединяясь в срединной их части, имеют резко выраженную тенденцию к расхождению в направлении к концам. Подобного рода явление или может быть следствием существования двух различных ослабленных зон до процессов рудообразования, по которым позднее легко проникали растворы, или же это результат более поздних тектонических перемещений, которые испытало рудное тело после своего сформирования. Последнее обстоятельство, по исследованиям тектоники данного м-ния П. Ф. Красникова, считается наиболее правильным**). По всей вероятности, и наблюдаемые на различных горизонтах весьма частые пережимы и раздувы рудной линзы являются результатом того же самого процесса.

Размеры рудных залежей Салаирских м-ний колеблются в довольно широких пределах. Наряду с крупными м-ниями, достигающими в длину до 400 м при мощности, измеряемой несколькими десятками метров, встречаются и такие, которые обладают длиной 50-60 м и мощностью, иногда доходящей до 1 м и менее (Троицкое м-ние). Большинство рудных тел выклинивается на глубине в 200—250 м. Однако, полученных данных пока еще недостаточно для того, чтобы сделать на этот счет общие выводы о невозможности встретить рудные тела на большей глубине. Самые глубокие скважины на сегодняшний день достигают всего лишь горизонта 250—300 м. Правда, для многих м-ний они фиксируют или полное отсутствие руды на глубине или слабую вкрапленность рудных минералов. С другой стороны, буровые скважины неоднократно встречали ряд новых, не выходящих на поверхность („слепых") линз на глубине 50-60 м (Троицкое, Петропавловское и др. м-ния).

Почти все м-ния Салаирской группы ориентированы в определенном направлении. Длинные оси рудных тел всегда имеют ССЗ. простирание, совпадающее с преобладающим направлением рассланцовки вмещающих

*) Лабазин, Г. С. Там-же, стр. 50

**) Красников, П. Ф. Элементы тектоники II Салаирского рудника. – Вестник ЗСГРТ, № 6, 1933 г.

пород. Подобное пространственное расположение рудных залежей, несомненно, подчеркивает определенные закономерности, которые своим существованием обязаны соответствующим причинам. На подробном анализе последних мы остановимся несколько ниже, сейчас же только отметим, что породившие эти закономерности причины должны были происходить или до начала рудообразования, или после него, когда м-ния, как таковые, были сформированы. Для окончательного решения этого вопроса пока еще нет достаточного материала, а поэтому, в качестве возможного предположения, можно лишь говорить, что наблюдаемые явления есть или следствие дислокационных процессов, или результат выполнения и замещения определенным образом ориентированных трещинных зон (трещины отдельности и т. п.), образовавшихся в процессе остывания жерл кварцевых порфиров.

Падение рудных тел (ЗЮЗ) также согласное с направлением падения сланцеватости вмещающих пород. Но угол падения сланцеватости колеблется в гораздо больших пределах и чаще всего (особенно вдали от рудных тел) определяется 70-80°, тогда как угол падения залежей не превышает 48°. В контакте же с рудными телами рассланцовка имеет одинаковое падение с последними. Такое явное соподчинение элементов сланцеватости вмещающих пород элементам залегания рудных тел подчеркивает то обстоятельство, что рассланцовка по времени своего образования—явление более позднее, нежели рудные тела, а поэтому, естественно, вмещающие их кварцево-серицитовые сланцы должны были под влиянием сильного ориентированного давления приспособляться ко всем неровностям и изгибам этих компетентных слоев.

Останавливаясь на строении рудных тел, нужно еще отметить, что большинство из них, по данным разведочных работ, не представляют собой однородных монолитных масс. На примере наиболее вскрытого горными выработками м-ния II Салаирского рудника ясно видно, что рудное тело усложнено включенными в него линзочками и прослойками кварцево-серицитовых сланцев, причем расположение этих включений не имеет определенной строгой ориентировки и очень часто они совершенно не затрагиваются оруденением.

До самого последнего времени м-ния Салаира считались совершенно спокойными в тектоническом отношении, но детальная тектоно-петрографическая работа, проведенная кафедрой общей геологии С. Г. И. летом 1933 года, позволила вскрыть на руднике ряд довольно интенсивно проявившихся диз'юнктивных дислокаций, которыми рудное тело было в значительной мере разбито и получило чешуйчатое строение*).

Несомненно, и все остальные м-ния Салаирской группы были подвергнуты тем же дислокациям, правда, в каждом отдельном случае, может быть, различно проявившимся. Зоны смещения частей рудного тела нередко сопровождаются заметным перетиранием руды, которая принимает характер „брекчий трения". Изготовленый из подобных образований полированный шлиф показывает заметную раздробленность рудных минералов. Проявившиеся в них деформации четко фиксируются на зернах цинковой обманки, двойниковые полоски которой (после травления кислым пермаганатом калия) оказываются очень сильно изогнутыми, реже разорванными. Трещины перемещений всегда выполнены обломками серицитовых сланцев, целиком почти превращенных в каолинизированные образования. При заметной разбитости рудных тел плоскостями отдельностей, в периферических их частях можно наблюдать сланцеватые текстуры. Особенно характерны они для руд, в которых в качестве жильного минерала являются в основном серицит и хлорит.

*) Красников, П. Ф. Там-же, стр 29

Вещество рудных залежей представляет собой довольно плотный массивный и тонкозернистый аггрегат пирита, сфалерита, галенита, халькопирита и в незначительном количестве блеклых руд. В количественном отношении преобладающими являются сфалерит и пирит. Иногда заметную роль играет и галенит. Из жильных минералов значительным развитием пользуются кварц и барит. Карбонаты появляются в более глубоких горизонтах. Жильные минералы для большинства рудных м-ний являются преобладающими над сульфидами, и поэтому Салаирские руды носят характер убогих сульфидных руд, в которых рудные минералы или распределяются равномерно в массе жильных минералов или определенными ассоциациями сосредоточиваются в полосы. В последнем случае руды являются полосатыми.

III. Минералогический комплекс рудных полей.

Полиметаллические м-ния Салаира не отличаются особенным разнообразием принимающих участие в их строении минералов. Особенно прост и обычен комплекс сульфидных минералов, характеризующих собою зону первичных руд и зону вторичного обогащения. В зоне же окисления, кроме жильных минералов, мы встречаем лишь самородные элементы (серебро, золото) и различные проявления лимонита. Кислородные соединения металлов встречаются редко.

Приводимое ниже описание минеральных видов, вследствие чрезвычайной тонкозернистости руд, дается главным образом на основании микроскопического исследования как полированных, так и прозрачных шлифов. При этом, в силу ряда особенностей руд Урского района, их минералогическая характеристика приводится особо от соответствующей характеристики м-ний собственно Салаирской группы.

Салаирская группа м-ний.

А. Зона первичных руд.

Главными рудообразующими минералами этой зоны являются пирит, сфалерит, теннантит, халькопирит и галенит, которые и описываются ниже в порядке их последовательного выделения.

Пирит. Наиболее распространенным сульфидным минералом полиметаллических м-ний Салаира является пирит. Будучи обычным и постоянным спутником колчедановых руд, он не ограничивается пределами рудных тел, а появляется, как указывалось уже выше, и во вмещающих породах, причем зона пиритизированных кварцево-серицитовых сланцев иногда достигает нескольких десятков метров, пользуясь предпочтительным развитием в лежачем боку м-ний. Кроме этого, серный колчедан охотно появляется и в дайках диабазов, которые рассекают вмещающие породы и рудные тела.

В общем, пирит связывается с тремя основными элементами рудного поля, а именно: 1) собственно рудными телами, 2) вмещающими руду кварцево-серицитовыми сланцами и 3) диабазами. В каждом из этих отдельно взятых элементов пирит ведет себя несколько отлично по форме своего залегания и по ассоциации с другими сульфидами.

Пирит, связанный с рудными телами м-ний, появляется преимущественно в форме весьма мелких вкраплений в жильных минералах вместе с другими сульфидами, из которых преобладающими являются сфалерит и галенит, реже халькопирит с блеклыми рудами. Конечно, в такой весьма тонкозернистой минеральной ассоциации очень трудно выделить отдельные ее составляющие. Но пирит в данном случае является исключением, так как, обладая характерным латунно-желтым цветом, он легко может быть фикси-

рован на общем темном фоне других минералов. Это обстоятельство дает возможность макроскопически уловить некоторые особенности пирита в его распределении среди рудной массы.

Прежде всего наблюдения в выработках II Салаирского рудника до горизонта 100,3 м, а также просмотр материала скважин до горизонта 290 м не позволяют представить себе какой либо строгой закономерности в количественном изменении пирита как в горизонтальном направлении, так и с глубиной. С некоторой определенностью можно утверждать только одно, что его отношение к другим сульфидным минералам не является постоянным, а колеблется в довольно значительных пределах на любом из взятых нами горизонтов. Являясь в массе своей рассеянным вместе с другими сульфидами среди поля нерудных минералов, пирит нередко проявляет способность в концентрации его в отдельных участках—линзочках, а очень часто в полосках. В последнем случае с ним обычно встречается халькопирит, вместе с которым такие полоски при своем чередовании с другим комплексом минералов и обуславливают собой нередко наблюдаемую в рудах полосчатость. В отдельных случаях скопление пирита достигает максимальной величины, и тогда макроскопически куски руды кажутся полностью представленными последним. Подобное явление чаще всего наблюдается в лежачем боку рудного тела. Но и здесь он остается тонкозернистым.

Что касается пирита, связанного с боковыми породами, то наиболее частой формой его нахождения являются вкрапленники, причем комплекс ассоциирующих с ним минералов несколько отличается от предыдущего. Прежде всего, в зоне импрегнации такие сульфиды, как блеклые руды и галенит, очень редко появляются, особенно при некотором удалении от непосредственного контакта с рудным телом. Обычные же его спутники—и то в весьма незначительном количестве—халькопирит и цинковая обманка. С удалением от рудного тела они также исчезают, полностью уступая место серному колчедану. Последний в подобных случаях чувствует себя гораздо свободнее и образует среди кварцево-серицитовой массы хорошо ограненные кристаллы. Величина их обычно не превышает 1—2 мм, чаще же всего они измеряются долями мм и различимы только в лупу. Очень часто кристаллы пирита несут на себе явные следы тектонических воздействий и нередко оказываются раздробленными, а иногда даже размазываются по поверхности минералов вмещающих пород, особенно по поверхности часто соприкасающегося с ними кварца. Серицит же обтекает кристаллы пирита так, что при раскалывании образца породы по сланцеватости, на гладкой ее поверхности очень часто можно наблюдать бугорки, которые при царапании ножом оказываются пиритом.

Резко отличным по своему проявлению от вышеописанного является пирит, связанный с дайками диабазов. Будучи и генетически тесно связан с последними, пирит образует в них вкрапленники довольно крупных размеров. Величина отдельно взятых кристаллов достигает 1,5—2 см. Форма их чаще кубическая, реже в комбинации с октаэдром. Характерна двойниковая штриховка. Интересно отметить, что ложе, в котором находятся кристаллы пирита, обычно выстлано кварцем, дающим точный отпечаток двойниковой штриховки его граней. Ассоциирующих с ним минералов в теле даек диабазов не наблюдается, за исключением кварцево-карбонатовых жил, секущих эти породы, описание которых будет дано ниже.

Просмотр большого количества полированных шлифов, взятых в различных горизонтах II Салаирского рудника, а также со скважин I и III рудников, дает возможность установить, что пирит, участвующий в строении рудных тел является наиболее ранним сульфидным минералом.

В общем, появившись в том или ином виде, пирит почти всегда обладает отчетливо выраженными эвгедральными формами (фиг. 1). Нередко

под микроскопом можно наблюдать отдельные кристаллы с хорошими кристаллографическими ограничениями по кубу и пентагональному додекаэдру. Иногда образует аггрегат, состоящий из ряда близко соприкасающихся между собою мелких зерен. Сравнительно редко встречается в виде неправильной формы зерен, являющихся результатом процессов замещения его другими сульфидными минералами. Явление замещения пирита, вообще говоря, слабо выражено. Чаще всего он подвергается лишь слабому корродированию его граней со стороны сфалерита, в результате чего получаются закругленные формы (фиг. 2). При более интенсивном проявлении замещения сфалерит подвергает его разбухтовыванию, нередко приводящему к образованию характерных скелетных структур (фиг. 3). Такое усиленное, по сравнению с другими сульфидами, замещение пирита цинковой обманкой, повидимому, в значительной мере и об"ясняет железистый ее характер. Все остальные сульфиды в весьма слабой степени затрагивают пирит. Такой минерал как галенит, являясь наиболее поздним в ряду последовательного их выделения, очень часто пассивно следует граням пирита. Но в местах обильного появления галенита можно наблюдать совершенно закругленные кристаллы пирита.

Размер зерен пирита колеблется в довольно больших пределах. Преобладающей величиной являются зерна с диаметром от 0,01 до 0,5 мм; реже встречаются отдельные кристаллы величиной от 1 до 3—5 мм. Последнее особенно характерно для более глубоких горизонтов.

По отношению к жильным минералам пирит выделился также первым. Доказательства этого мы приведем несколько ниже, сейчас же только отметим характерные взаимоотношения кварца и пирита, наблюдаемые в проходящем света. Очень часто в рудах и особенно в оруденевших вмещающих породах кварц образует параллельно-шестоватые каемки вокруг граней пирита, причем длина отдельных вытянутых призмочек кварца в несколько раз превышает размеры самих зерен пирита. Призмочки вытянуты обычно в одном—параллельном сланцеватости—направлении и прикрепляются к одной или двум противоположным граням, расположенным перпендикулярно сланцеватости. Вполне возможно, что такая особенность в нарастании кварца об"ясняется наличием двойниковой штриховки на гранях пирита. Нередко, между прочим, эти вытянутые шестоватые зерна кварца испытывают деформации, выражающиеся в заметном изгибании, особенно в случае, если подобное нарастание идет под некоторым углом к сланцеватости (фиг. 15). Кое где аналогичные венчики состоят из зерен барита.

В сплошных барито—кварцевых рудах явление деформации пирита наблюдается очень редко. Во вкрапленниках же под микроскопом эта картина выглядит иногда довольно резко в виде раздробления отдельных зерен и превращения их в тонкие линзочки, обычно ориентированные по направлению рассланцовки.

Сфалерит. Главным рудным минералом м-ний Салаира является сфалерит. Вследствие преобладающей его роли среди других сульфидов он сообщает руде темную окраску. Условия его нахождения так же различные, как и у пирита. Помимо того, что он является неотъемлемой составной частью собственно рудных тел, он нередок и во вмещающих породах и кварцево—карбонатовых жилках, часто наблюдаемых в лежачем боку рудных тел. В рудных телах, подобно всем остальным сульфидам, он встречается в виде вкрапленников и чаще всего образует следующие ассоциации: 1) барит-пирит, сфалерит, теннантит, халькопирит, галенит и вторичные сульфиды-халькозин, ковелин; 2) кварц, кальцит-сфалерит, пирит, теннантит, халькопирит и весьма подчиненное количество галенита и вторичных сульфидов. Между этими двумя крайними ассоциациями существует ряд переходных, особенно в связи с изменением на глубину характера жильных

минералов, из которых наблюдаются такие (сверху вниз): барит, барит-кварц, барит-кварц-кальцит и кварц-кальцит.

Количественные отношения сфалерита к нерудным минералам колеблются в заметных пределах, по отношению же к сульфидам он почти всегда остается преобладающим. Как будто намечается слабое уменьшение его содержания с глубиной, а такой ассоциирующий с ним минерал, как галенит, почти целиком выпадает из состава на глубине около 300 м.

Величина зерен сфалерита в барито-кварцевой руде макроскопически не поддается точному определению, вследствие чего и вообще сам сфалерит, имея черный цвет и сильный алмазный блеск, приближающийся к металловидному, не всегда может быть выделен из ряда других сульфидов. И только там, где сфалерит оказывается сильно разубоженным жильными минералами, его легко бывает определить. В подобных случаях, между прочим, крупность зерен сфалерита несколько увеличивается, что особенно заметно на значительной глубине в ассоциации его с кварцем и карбонатами. Сфалерит также зачастую встречается в виде полосок, достигающих иногда до 1 см мощности.

В рудах он представлен сильно железистой разновидностью марматитом. В отдельных участках можно наблюдать, как темный фон руды рассекается жилками сфалерита, обладающего канифольно-желтым цветом. Крупность зерен в таких жилках заметно увеличивается, и, несомненно, эта разновидность относится к более поздней генерации, повидимому, связанной с кварцево-карбонатовыми жилами. Характер сфалерита последних резко отличается от предыдущего. Ассоциации его с другими минералами намечаются следующие: 1) кварц, доломит-сфалерит, теннантит, халькопирит, пирит; 2) барит, кварц, родохрозит-пирит, сфалерит, галенит, 3) кварц-сфалерит, теннантит, галенит. Во всех этих ассоциациях сфалерит появляется в виде светлой его разновидности. Цвет колеблется от почти бесцветного до медово-желтого. Как исключение, в одном случае сфалерит был представлен темнокоричневой разностью. В противоположность сфалериту главных рудных тел данная разновидность (клейофан) всегда образует крупнозернистые скопления, отдельные зерна которых достигают иногда до 1—1,5 см.

Замечается также приуроченность сфалерита к контакту жилок с вмещающими породами. Естественно, что в таких участках она особенно часто подвергается некоторому раздроблению, ясно наблюдаемому в отдельных образцах. Серицит, нередко переходящий в пирофиллит, размазывается по зернам сфалерита, а на границе последнего с кварцем испытывает соответствующие деформации и растираясь получает форму линзочек.

Микроскопические наблюдения в отраженном свете показывают, что сфалерит чаще всего встречается сплошными участками, имеющими определенную тенденцию к вытянутости в одном направлении Такие, правда зачастую прерывающиеся, участки в своем чередовании с другими минералами имеют характер полосок, идущих параллельно друг другу без заметного выклинивания в шлифе. Травление подобных полосок кислым перманганатом калия обнаруживает, что эти сплошные поля сфалерита состоят из аггрегата зерен с колеблющейся величиной от 0.01 мм до 0,5 мм, а иногда и до 1 мм. Почти всегда в связи с этим травлением появляется и сложная двойниковая структура срастания (фиг. 16). Редко выявляются деформации отдельных зерен, выражающиеся в заметном изогнутии двойниковых полосок и в слабых разрывах с незначительной амплитудой перемещения.

Наряду со сплошным участками сфалерит нередко появляется и в виде весьма мелких зерен, разбросанных в массе нерудного минерала, причем

иногда наблюдаются целые потоки мелких кристалликов, приурачивающихся к определенному жильному минералу. Последним является обычно кварц, с которым, повидимому, еще появляется значительная масса сфалерита.

Как уже указывалось, сфалерит ассоциирует почти со всеми гипогенными сульфидами. Наиболее же частым его спутником является пирит, который нередко подвергается интенсивному замещению, в результате которого получаются типичные скелетные структуры. В свою очередь и сфалерит замещается позднее отлагавшимися сульфидами, особенно галенитом и теннантитом (фиг. 4). Халькопирит проявляет меньшую склонность к замещению сфалерита; чаще всего они находятся в простом срастании, хотя контуры их взаимных границ почти всегда неправильны. В редких случаях он сечет сфалерит в виде тонких жилочек и появляется в форме эмульсионных включений. Последние располагаются закономерно, следуя спайности „хозяина". Из вторичных минералов сфалерит подвергается замещению со стороны ковеллина, реже халькозина и неизвестного минерала. Характерно, что неизвестный минерал появляется в виде оторочек вокруг зерен сфалерита, а также очень тонких жилок, густо пронизывающих зерна последнего (фиг. 5).

Теннантит. Будучи вообще довольно редким минералом, теннантит и в нашем случае занимает весьма подчиненное положение по отношению к другим сульфидным минералам. Его присутствие фиксируется лишь в виде примеси как в основных залежах руд, так и в кварцево-карбонатовых жилах лежачего бока и кварцево-карбонатовых жилах, связанных с дайками диабазов. Находясь вместе со всеми первичными сульфидами руд, теннантит несколько неохотно появляется в рудах, где барит является главным жильным минералом. Наоборот, его ассоциация с кварцем и карбонатами является наиболее частой, и поэтому он нередко образует в соответствующих жилах довольно крупные скопления. И поскольку в Салаирских рудах все же замечается определенно выраженное вытеснение барита с глубиной, то естественно и количество теннантита в рудах кварцево—карбонатовых повышается.

Преобладающей формой нахождения теннантита являются мелкие вкрапления—для главных рудных масс и более крупные скопления и прожилки в кварцево-карбонатовых жилах. В последнем случае нередки образования до 3—5 см величины и, конечно, в таком виде хорошо различаются макроскопически. Кое где на поверхностях, подвергающихся окислению, наблюдается переход теннантита в малахит, который в виде тонких пленок и порошкообразных налетов покрывает участки первого.

Ассоциирует теннантит, как показывают микроскопические наблюдения, почти со всеми главными гипогенными сульфидами. Чаще же всего он появляется совместно с галенитом и халькопиритом. В виде отдельных зерен встречается редко, а обычно в тесном срастании с каким нибудь одним или двумя сульфидами, зачастую образуя прямолинейные контуры, особенно с зернами галенита. Там, где теннантит образует сплошные массы, его обычными спутниками являются халькопирит и галенит, которые образуют в нем мелкие включения или секут его в виде тонких жилочек. Интересны взаимоотношения теннантита с халькопиритом. Кроме того, что последний иногда сечет тонкими жилками теннантит, он в большинстве случаев появляется в виде оторочки вокруг зерен последнего. Процессы замещения его халькопиритом и галенитом довольно часты и очень резко выражены. Халькопирит, обволакивая его со всех сторон, интенсивно разбухтовывает, разбивает на ряд мелких участков и почти целиком поглощает их (раскрошенные структуры) (фиг. 6). В результате в сплошном поле халькопирита мы наблюдаем только отдельные обрывки мелких лапчатых зерен теннантита, уцелевших от активного действия на крупные его зерна со стороны первого. В общем, такие взаимоотношения вполне определяют положение теннантита в ряду последо-

вательного выделения сульфидов. Но, с другой стороны, наблюдаются и такого рода явления, на основании которых получается впечатление гораздо более позднего его появления. Это обстоятельство, повидимому, имеет место в связи с новой фазой оруденения, вызванной дайками диабазов.

Необходимо отметить, что теннантит, находящийся в кварцево-карбонатовых жилках, секущих диабазы, ассоциируя главным образом с халькопиритом и реже с пиритом и сфалеритом, является преобладающим среди последних. Причем, в противоположность взаимоотношениям халькопирита и теннантита главных рудных залежей, эти взаимоотношения здесь обратные. Часто можно видеть, как теннантит появляется в виде каемок вокруг зерен халькопирита, заметно замещая собой последний и кое-где рассекая его тонкими жилками (фиг. 7). Отношение его к жильным минералам здесь таково, что его появление фиксируется более поздним, чем карбонат, так как под микроскопом ясно видно, как его зерна следуют плоскостям спайности последнего, зачастую принимая форму ромбиков.

Замещение теннантита супергенными сульфидами выражается в появлении оторочек ковеллина и густой сети жилок вокруг его зерен.

Качественный анализ крупных скоплений теннантита в кварцево-карбонатовых жилах показывает присутствие заметного количества серебра.

Халькопирит не менее характерный минерал зоны первичных руд описываемых м-ний. В количественном отношении он, несомненно, преобладает над блеклыми рудами, но появление его в пределах рудного поля чрезвычайно ограничено. Не говоря уже о пирите и сфалерите, которые являются главными составными элементами оруденевших участков, халькопирит даже в сравнении с теннантитом пользуется меньшим количеством об'ектов своего местонахождения. Помимо основных рудных залежей, он появляется в боковых породах, но в весьма незначительном количестве, что, повидимому, об'ясняется чрезвычайно слабой его способностью к передвижению. Что касается кварцево-карбонатовых жил, то ни в одном из подвергнутых мною изучению штуфов он не был встречен. И лишь в кварцево-карбонатовых жилах, связанных с диабазами, он фиксируется в виде ничтожной примеси.

Присутствуя в том или ином количестве в первичных рудах залежей, халькопирит ассоциирует со всеми главными сульфидными минералами, появляясь несколько позже теннантита и раньше галенита. В связи с этим, а также, повидимому, вследствие слабой его кристаллизационной способности, он почти всегда встречается в виде ангедральной формы зерен. Хорошо образованные кристаллики, наблюдаемые в шлифе, представляют из себя редкое исключение. Ассоциируя особенно часто с пиритом, как указывалось выше, он вместе с ним сосредоточивается в полосы, заметные даже макроскопически, причем полоски эти довольно расплывчаты, и под микроскопом видно, что они очень часто прерываются и минералогически представлены не только халькопиритом и пиритом, но к ним в том или ином количестве присоединяются и другие сульфиды шлифа.

Являясь одним из последних гипогенных минералов, халькопирит нередко проявляет склонность к замещению собой всех ранее выделившихся сульфидов. Особенно часто этому процессу подвержены сфалерит и теннантит. Появляясь в начале в виде каемок вокруг зерен последних, он быстро проникает по наиболее ослабленным участкам этих зерен и подвергает их заметному разбухтовыванию и раз'еданию. Реже он сечет их в виде жилок и появляется в виде эмульсионных включений в сфалерите. В зоне вторичного обогащения, которая, вообще говоря, слабо выражена, халькопирит в свою очередь подвергается замещению ковеллином и реже лимонитом и халькозином.

Галенит является одним из главных рудообразующих минералов. Он встречается в виде примеси в тонкозернистой массе рудных тел, а также в виде вкраплений в кварцево-карбонатовых жилах. Количественные его отношения к другим сульфидам колеблются в довольно значительных пределах в зависимости от взятого нами горизонта. Несомненно, будучи чрезвычайно неравномерно распределен в массе рудных залежей, он все же имеет определенную тенденцию к изменению количества с глубиной. Если в верхних горизонтах рудных тел он зачастую становится главной составной частью руд наравне со сфалеритом, то на глубине порядка 250—300 м он встречается лишь в качестве весьма незначительных примесей или совершенно исчезает.

В кварцево-карбонатовых жилах галенит появляется редко и в незначительных количествах, но зато в противоположность галениту рудных залежей он образует крупные кристаллы, достигающие иногда 0,5—1 см. Обычная ассоциация: барит-родохрозит, кварц-пирит, сфалерит, галенит. Редко место родохрозита замещает другой карбонат—обычно доломит (?). Появление его в ряду других сульфидных минералов наиболее позднее, и пространственно он всегда приурочен к зальбандам.

Что касается галенита, связанного с рудными телами, то он, как и все прочие сульфиды, образует в рудах весьма мелкую вкрапленность. Величина зерен не превышает 0,2 мм. Микроскопические наблюдения устанавливают, что галенит и в рудных жилах является самым последним гипогенным минералом и в связи с этим всегда дает ангедральные формы, выполняя промежутки между другими рудными и жильными минералами. Чаще всего встречается в тесном срастании со сфалеритом, халькопиритом и теннантитом. Нередко корродирует и замещает зерна сфалерита так, что в сплошном теле галенита можно наблюдать сильно изъеденные и округлые зерна сфалерита. В исключительных случаях подобному процессу подвергаются теннантит и халькопирит.

При травлении азотной кислотой участки галенита распадаются на мозаику весьма мелких зерен, по своему характеру напоминающих мостовую структуру (фиг. 17).

Золото. При сплошном структурном травлении халькопирита удалось зафиксировать самородное золото, обнаруженное в виде очень мелких (от 0,03 до 0,0050 мм) включений в сфалерите и халькопирите.

Б. Зона вторичного обогащения и окисления.

Явления вторичного сульфидного обогащения в м-ниях Салаирского типа весьма слабо выражены. Но поскольку в данных м-ниях мы все же встречаем такие типичные для этой зоны сульфиды, как ковеллин и халькозин, то естественно, что их описание приходится сделать отдельно вместе с минералами зоны окисления.

Ковеллин является типичным супергенным минералом, интенсивно замещающим первичные сульфиды; его появление для различных м-ний связывается с различными по глубине горизонтами. Если в рудах м-ния II Салаирского рудника он простирается до горизонта 37—40 м, то на некоторых м-ниях I и III рудников он встречается на глубине в 150—170 м. Такое неравномерное распределение ковеллина с глубиной объясняется специфическими условиями каждого отдельно взятого м-ния. В частности, зафиксированная для него наибольшая глубина в 150—170 м на Соймоновском м-нии объясняется наличием в последнем тектонических зон смятия *), по которым, повидимому, и протекали селективно поверхностные воды, создавая соответствующие условия для его отложения на такой большой глубине.

*) Лабазин, Г. С. „Рудные м-ния Салаира", (Рукопись Отд. фонд. Зап.-Сиб. ГГГТ).

Количественные его соотношения с первичными минералами в рудах различны. В наиболее высоких горизонтах м-ний ковеллин иногда становится существенной составной частью. Как правило же, он появляется в весьма подчиненном количестве. Замещение гипогенных минералов ковеллином почти всегда начинается с краев отдельных зерен, а затем постепенно проникает внутрь по наиболее слабым их участкам (чаще всего по спайности). Реже он сечет сульфиды в виде сети тонких жилок, обычно сильно ветвящихся (дендритовидные структуры). При замещении резко подчеркивается селективность процесса. Так, например, с особенной охотой ковеллин замещает галенит и халькопирит. Гораздо слабее замещению подвергается теннантит, а пирит и сфалерит почти совершенно не затрагиваются, причем в каждом отдельном случае им избирается какой нибудь один минерал, который и подвергается усиленному замещению. В некоторых шлифах из м-ния II Салаирского рудника можно видеть, как ковеллин почти нацело выполняет галенит, проникая в него даже там, где он оказывается включенным в другие минералы, тогда как последние остаются совершенно нетронутыми. В других местах подобное явление наблюдается с халькопиритом (обычно в том случае, когда в шлифе отсутствует галенит)

Халькозин присутствует в очень небольших количествах и фиксируется—на основании имеющегося в моем распоряжении материала—лишь в рудах м-ний III Салаирского рудника. Исходным минералом для его замещения является здесь халькопирит, в котором он развивается в виде жилочек и пятен. Голубоватые его оттенки, повидимому, обусловлены тесной смесимостью его с ковеллином, который резко выделяется лишь при сильном освещении в поляризованном свете. Появление этих двух минералов совместно не дает критериев для определения их возрастных отношений. Вероятнее всего, что они одновременны, и возможно, что ковеллин является здесь в виде твердого раствора, чем и обуславливает голубой цвет халькозина *). В свою очередь халькозин подвергается замещению неизвестным минералом (из группы окислов) который, являясь самым последним продуктом реакции, почти нацело его вытесняет.

Серебро является характерным минералом зоны окисления. Как известно, его заметные скопления в верхних зонах м-ний Салаира послужили предметом эксплоатации этих м-ний, как сереброрудных, еще в конце XVIII века. Отсутствие в зоне первичных руд серебросодержащих сульфидов дает все основания предполагать, что оно всецело связано с теннантитом и галенитом, о чем уже было сказано при описании этих минералов.

Форма нахождения самородного серебра, вообще говоря, разнообразна, но чаще всего оно встречается в виде неправильных включений, располагающихся в зернах лимонита или между зернами нерудных минералов. Размер зерен серебра от 0,01 до 0,08—1 мм.

Малахит и азурит—довольно редкие минералы зоны окисления. Кое-где они появляются в виде или сини или зелени, пропитывающей кварцево-баритовую массу. В кристаллическом состоянии не встречены.

Что касается карбонатов цинка и свинца (смитсонита и церуссита), то их наличие констатировано рядом исследователей (Лабазин, Котта и др.) в виде незначительных скоплений мелких кристалликов на глубине нескольких десятков метров в месторождениях I и III рудников. В собранных мною с поверхности штуфах ни в одном случае не удалось установить их присутствия.

Лимонит—типичный и самый распространенный минерал зоны окисления колчеданных м-ний Салаира. На выходах рудных тел его скопления

*) Григорьев, И. Ф.—„Исследование Алтайских руд в отраженном свете" — Материалы по общей и прикладной геологии, 1927. вып. 70, стр. 17.

зачастую образуют массивную железную шляпу, в зоне же выщелачивания в виде тонких налетов и пленок он выстилает стенки образующихся здесь обильных пустот. В участках, где имеется зона баритовых песков, лимонит пропитывает их в той или иной степени, придавая соответствующую окраску баритовой „сыпучке". Вообще же лимонит встречается в виде тесной механической смеси с жильными минералами, а также самородными элементами (золото, серебро, мышьяк) и частично с вторичными сульфидами. Строение лимонита так же, как и цвет, различное. Большей частью он образует порошковатые, плотные и натечные массы светложелтого и темнобурого цвета. В полированных шлифах видно, как лимонит в виде тонких жилочек пронизывает массу жильных минералов, обычно выполняя промежутки между отдельными зернами и образуя при этом характерную петельчатую (фиг. 18) или нитевидную структуры. Под микроскопом лимонит появляется в виде двух компонентов, из которых один по своим свойствам близко стоит к игольчатой железной руде, тогда как второй близок к гетиту (фиг. 8).

Неизвестный минерал (из группы медных окислов).

В скважине № 16, подсекающей Соймоновское м-ние, на участке 205—210 м в полированных шлифах был встречен неизвестный минерал белого цвета (по сравнению с галенитом кажется более белым). Твердость—низкая. Полируется хорошо. Плеохроизмом не обладает, внутренних рефлексов нет, спайности нет, изотропен. При травлении дает следующие реакции: с HNO_3—быстро чернеет со вскипанием, после стирания остается серым (цвет сфалерита): HCl—медленно буреет и остается бурым после стирания: $FeCl_3$—слабо действует, оставляя буроватое пятно: KCN, NaOH, KOH, $HgCl_2$—не действуют.

В шлифах минерал является наиболее поздним не только по отношению к первичным, но и к супергенным сульфидам. В виде густой сети жилок (фиг. 5) и оторочек он появляется в зернах сфалерита, теннантита и халькопирита. Охотнее всего ассоциирует с медьсодержащими сульфидами. Парагенетический ряд его обычно такой: халькопирит, халькозин-ковеллин-неизвестный минерал.

Особенно охотно замещению подвергается халькопирит, который при этом образует характерные решетчатые структуры, повидимому, обусловленные замещением халькопирита вторичными минералами по определенным кристаллографическим направлениям.

В. Жильные минералы.

Барит. Наряду с кварцем барит является наиболее распространенным жильным минералом м-ний Салаира. Достаточно сказать, что для руд последних его содержание всегда исчисляется десятками процентов, и в выходах на поверхность, например, м-ния II Салаирского рудника, он является единственным минералом, если не говорить о незначительных примесях к нему кварца и лимонита. Вообще, он часто образует громадные массы и характеризует собою верхние горизонты м-ний, постепенно вытесняясь кварцем и карбонатами с глубиной.

Макроскопически барит выглядит различно. Чаще всего его сложение (в местах, где он является преобладающим) представляется довольно плотным и тонкозернистым. Там же, где его появление в ряду других жильных минералов ограничено, он нередко образует крупнокристаллический аггрегат зерен, часто приобретая тонкопластинчатое строение с образованием различной формы пустот, выполненных сульфидами или другими жильными минералами или, наконец, продуктами окисления первых (лимонитом). Иногда встречаются характерные псевдоморфировые его образования, когда в основной тонкозернистой массе рудных и жильных минералов находятся довольно

крупные, часто вытянутые в одном направлении индивиды барита. Длина их достигает иногда до 2 см и ширина до 1 см. Хорошо образованные кристаллы встречаются в исключительных случаях. Так, Н. Ф. Красниковым на м-нии „Кварцитовая сопка" среди сплошного поля кварцитов в небольшой пустоте удалось обнаружить единственный кристалл барита, находящийся в ассоциации с кристалликами горного хрусталя. Величина данного кристалла достигает 2 см и представляет комбинацию призмы III рода (110) и основного пинакоида (001)

Цвет барита также различен. В выходах на поверхность он имеет чаще всего желтоватый или буроватый оттенок, в зависимости от интенсивности окрашивания его окислами железа. В зоне первичных руд он всегда темно-серый, повидимому, в связи с тонким проникновением его цинковой обманкой и другими сульфидами.

Микроскопические наблюдения показывают, что барит является ксеноморфным по отношению к пириту и обычно в виде различной величины, но в общем мелких, зерен выполняет промежутки между его зернами. В отдельных случаях, аналогично кварцу, обрастает пирит в виде узеньких каемок. В свою очередь, и сам нередко подвергается обрастанию венчиками из призмочек кварца. Много зерен барита обнаруживают волнистое угасание, а иногда и раздробление. В рудах барит появляется в виде нескольких генераций, из которых две фиксируются довольно четко. Первая генерация следует за кварцем и связана со второй стадией минерализации, а вторая появляется позднее карбонатов и развивается в последних в виде порфиробластических лейст (фиг. 9). Обычной ассоциацией барита является следующая: барит-сфалерит, пирит, халькопирит, тетраедрит, галенит. Во всех других случаях к этому основному ряду присоединяются в том или ином количестве карбонаты и кварц.

Кварц является самым распространенным минералом м-ний Салаира. Он принимает участие не только в строении рудных тел, но вместе с карбонатами образует большое количество жил, обычно залегающих в лежачем боку рудных тел. Больше того, кварц принимает активное участие в процессах изменения боковых пород и зачастую вместе с пиритом и серицитом проникает на довольно большое расстояние в последние, производя интенсивное замещение, результатом которого является образование значительных масс вторичных кварцитов. В рудных телах он чаще появляется в низких горизонтах, вытесняя барит, и еще ниже сам вытесняется карбонатом. Как уже отмечалось при описании пирита, он дает характерные каемки вокруг его зерен, а также вокруг зерен сфалерита и реже-барита. Аналогично последнему кварц появляется в нескольких генерациях.

Серицит. Процессы серицитизации, связанные с оруденением, довольно широко развиты. Зона серицитизированных кварцевых порфиров около рудных тел распространяется на значительное расстояние, постепенно ослабевая с удалением от последних. Серицит в главной массе образуется в первую стадию вместе с пиритом, а затем незначительное его количество отлагается почти на всем протяжении второй стадии минерализации. Вот почему в шлифах мы и наблюдаем, что листочки серицита обволакивают собой не только зерна пирита, но и зерна сфалерита, нередко рассекая их вместе с баритом тонкими жилками (фиг. 10).

Карбонаты. Из карбонатов в строении рудных тел принимает заметное участие кальцит, который, являясь наиболее поздним из жильных минералов, чаще всего приурочивается к более глубоким горизонтам м-ний. В последнем случае он является преобладающим жильным минералом, усиленно вытесняющим собою кварц. Он находится в тесной ассоциации с последним, а иногда пробирается и в баритовые руды, правда, в качестве незначительной примеси. Комплекс ассоциирующих с ним минералов, примерно,

Кемеровская областная библиотека
ОСНОВНОЙ ФОНД
30333

тот же, так как на глубине руды по своему составу изменяются в очень слабой степени. Иногда карбонат является более ранним минералом, нежели барит. Последний в таких случаях появляется в виде идиоморфных кристаллов в зернах кальцита.

Что касается остальных карбонатов, то они встречаются среди рудных полей в виде родохрозита, доломита и анкерита (?) и сосредоточиваются, главным образом, в кварцево-карбонатовых жилах, подробно описываемых ниже.

Г. Кварцево-карбонатовые жилы.

Описываемые ниже кварцево-карбонатовые жилы встречаются, главным образом, в лежачем боку м-ний, где они образуют ряд различной мощности жил, идущих, примерно, параллельно рудным телам. Материалом для их описания послужили коллекции, собранные мной и П. Ф. Красниковым в выработках м-ния II Салаирского рудника. Большинство из описываемых кварцево-карбонатовых жил содержит в себе то или иное количество сульфидов, ассоциации которых различны для различных типов этих жил. Точно также и характер карбонатов соответственно меняется, что, собственно, и послужило основным критерием для выделения ряда типов кварцево-карбонатовых жил.

1. Кварцево-карбонатовые жилы с флюоритом

Кварцево-карбонатовые жилы с флюоритом встречены только в одном пункте м-ния II Салаир-ского рудника, именно—в лежачем боку рудного тела в выработках нового динамитного склада (горизонт 100,3 м). Характерной особенностью этих жил, в отличие от всех других, является прежде всего то, что они содержат флюорит. Их появление произошло, несомненно, до основной рассланцовки, хотя в отдельных участках на первый взгляд впечатление кажется обратным. В виде целого штокверка мелких жилок, отходящих от главной неправильной формы жилы, они секут породы, по своему характеру несколько отличные от кварцево-серицитовых сланцев. В то время, как в нескольких метрах от выходов этих жил мы имеем кварцево-серицитовые сланцы, сильно рассланцеванные с листоватым характером кливажа, породы, непосредственно вмещающие флюоритовые жилы, чаще всего массивны и напоминают собой известняки, а в местах усиленной их рассланцовки принимают призматический характер кливажа. Считая их известняками, можно было бы предположить, что они сохранились в виде ксенолита в жерле извергавшихся кварцевых порфиров. Но наблюдения в выработках показывают довольно постепенный переход от типичных кварцево-серицитовых сланцев к этим, существенно известковистым, породам. Последнее обстоятельство, вместе с микроскопическими наблюдениями, как раз и являются, по моему мнению, подтверждением того, что первичный состав вмещающих флюоритовые жилы пород отвечал составу кварцевых порфиров. В самом деле, изготовленный шлиф из куска породы, макроскопически напоминающей собой известняк, дает совсем иное о ней представление. Оказывается, порода существенно состоит из зерен кальцита, в массе которого, как и в кварцево- серицитовых сланцах, находятся крупные фенокристы кварца. Чаще всего они разбиты на ряд обломков, интенсивно замещаемых кальцитом. О принадлежности этих, теперь разобщенных, обломков кварца к одному и тому же зерну можно судить на основании одинаковой оптической их ориентировки, выражающейся в одновременном угасании всех обломков. В отдельных случаях фенокристы сохранили свои кристаллографические ограничения. Помимо кварца, представленного в виде фенокристов, в шлифе имеется кварц, явно метасоматический. В отличие

от кварца фенокристов, он появляется в виде мелкозернистого аггрегата зерен, с сильно неправильными контурами и обладает резко выраженным волнистым угасанием. Появление этого кварца было более ранним по сравнению с карбонатом, а поэтому он вместе с другими минералами шлифа (куда нужно отнести еще и серицит, имеющийся здесь в небольшом количестве) усиленно замещается кальцитом.

Таким образом, микроскопический анализ позволяет сказать, что первичный состав пород, вмещающих кварцево-карбонатовые жилы с флюоритом, отвечает кварцевым порфирам. И, естественно, появление этих жил вызвало усиленные процессы изменения боковых пород, выразившиеся в данном случае в кальцитизации. Ясно, что наиболее слабыми участками, легко поддавшимися этому процессу, явилась основная масса кварцевых порфиров. Фенокристы же кварца оказали заметное сопротивление и поэтому сохранились еще и до нашего времени, не потеряв своего первичного облика. С этой точки зрения понятны и те постепенные переходы от кварцево-серицитовых сланцев к существенно карбонатовым породам и постоянная локальная связь последних с кварцево-карбонатовыми жилами.

В общем, исходный материал до внедрения этих жил был один и тот же, но участки, прилегающие к этим жилам, под влиянием процессов усиленного метасоматоза, были настолько изменены, что последующая интенсивно проявившаяся рассланцовка имела дело уже с двумя различными по составу породами, которые, естественно, и дали различные по своему характеру элементы кливажа, а иногда и сохранили свой массивный облик.

Мощность описываемых кварцево-карбонатовых жил с флюоритом различна и колеблется в пределах от нескольких см до 1,5 м., участки же исключительно представленные флюоритом не превышают 15—20 см. Флюорит, появляясь в виде трех разновидностей—зеленой, фиолетовой и желтой, никогда не бывает приуроченным к контакту боковых пород, а всегда имеет кварцево-карбонатовые зальбанды. Несомненно, его появление более позднее, чем жильных минералов, так как во многих случаях даже макроскопически заметно, как отдельные его зерна приурочиваются к промежуткам зерен кальцита, а кое-где проникают в виде жилочек по его спайности.

Исходя из геохимической схемы акад. А. Е. Ферсмана *), можно было бы выделить три последовательных генерации, из которых наиболее высокотемпературной должна бы быть зеленая и, наоборот, низкотемпературной—фиолетовая разновидность. Между тем, прийти к такому заключению на основании нашего фактического материала мы не можем вследствие того, что как фиолетовый, так и зеленый плавик выделяются в данных жилах после карбонатов и характеризуют собой последнюю и наиболее низкотемпературную стадию минералообразования. Подобное наблюдение заставило меня обратиться к более тщательному просмотру литературы по данному вопросу. Оказывается, на этот счет в литературе нет единой точки зрения. В противовес акад. А. Е. Ферсману, в своей работе „Геохимия м-ний полезных ископаемых“ Берг высказывает такую мысль: „Необходимо заметить, что образующийся при высокой температуре плавиковый шпат по большей части состоит из мелких кристаллов характерной темнофиолетовой, почти непрозрачной окраски. Красивые большие прозрачные светложелтые, зеленые и светлофиолетовые плавиковые шпаты обыкновенно происходят из образованных при более низкой температуре м-ний **).

Такие противоречивые взгляды, когда одни считают наиболее высокотемпературной зеленую равновидность флюорита (Ферсман), а другие—наоборот—фиолетовую (Берг), свидетельствуют о том, что флюорит не мо-

*) Ферсман А. Е. Пегматиты, их науч. и практичес. значение. т. I 1932, стр. 365.
**) Берг.—Геохимия м-ний полезных ископаемых.—1933, стр. 339.

жет быть геологическим термометром и что критерием при выделении различных его генераций было выбрано не совсем удачное свойство—цвет. Природа окраски флюорита до сих пор точно не расшифрована, и, несомненно, она является не простой функцией температуры, а зависит, повидимому, от более сложных физико-химических условий. И мне кажется, что на основе большого фактического материала, накопившегося к настоящему времени в мировой геологической практике, пора признать, что существовавшая до сих пор градация флюорита по его окраске является не точной вообще и, быть может, только грубой схемой для отдельных частных случаев.

В массе своей флюорит образует крупнозернистый аггрегат зерен, реже дает хорошо образованные кристаллы в форме кубов.

Очень часто в описываемом типе жил можно наблюдать интересные срастания кварца с карбонатами, выражающиеся в образовании параллельно полосатой текстуры. Последняя обуславливается чередованием струек водянопрозрачного кварца с полосками белого или желтоватого кальцита. При этом, будучи параллельны между собою, они оказываются параллельными и рассланцевке вмещающих пород.

Что касается порядка выделения минералов, то он хорошо устанавливается в шлифах, где видно, что кварц является наиболее ранним минералом, образующим крупнозернистый аггрегат часто вытянутых в одном направлении зерен, с характерной паркетовидной структурой. Кальцит выполняет промежутки между зернами кварца и часто замещает его путем проникновения тонких жилок в раздробленные зерна. Что касается флюорита, то, как указывалось выше, он является наиболее поздним Между прочим, не менее характерным обстоятельством для этих жил является полное отсутствие в них сульфидов. По моим наблюдениям в выработках, а также на собранных мной и П. Ф. Красниковым коллекциях ни в одном куске этих пород не удалось зафиксировать даже такого весьма распространенного рудного минерала, как пирит. И в этом отношении не правы авторы *), упоминающие о крупных кристаллах пирита, находящихся в кварцево—карбонатовых жилах с флюоритом. Они, повидимому, путают кварцево—карбонатовые жилы, связанные с дайками диабазов.

2. Кварцево-карбонато-полевошпатовые жилы с сульфидами (пирит, халькопирит, теннантит).

Рассматриваемого типа жилы пространственно и генетически связаны с дайками диорито-диабазов, которые секут толщу метаморфических сланцев и рудные тела. Мощность их не велика и измеряется сантиметрами. В теле даек диабазов они образуют сетку или располагаются лестнично поперек даек, обычно не выходя за их пределы **). С появлением этих жилок, повидимому, и связана интенсивная вкрапленность сульфидов, главным образом, пирита, как в них самих, так и в дайках диабазов и вмещающих кварцево—серицитовых сланцах. Макроскопически заметен только пирит, может быть потому, что в количественном отношении он далеко превосходит все другие сульфиды, и с другой стороны, благодаря крупности отдельных его кристаллов. Все остальные сульфиды установлены мною только под микроскопом. Они следующие: пирит, халькопирит, теннантит и сфалерит.

Что касается жильных минералов, то как показывает само название этих образований, они состоят из трех основных минералов: 1) полевого

*) Лопушинский, П. М. Вестник ЗСГРТ, 1933, № 6; М. А. Усов. Там же, стр. 17
**) Усов—Там же, стр. 18.

шпата, 2) кварца и 3) кальцита. В количественных соотношениях они варьируют, но чаще всего преобладающим является кварц, нередко почти нацело вытесняющий собой остальные минералы. Микроскопические наблюдения показывают весьма интересные их взаимоотношения. Оказывается, наиболее ранним является полевой шпат, представленный альбитом. За ним следовал кварц, отложившийся в несколько стадий, а именно в виде трех генераций. Первой и наиболее ранней генерацией является кварц, дающий характерное строение. Он слагает собой основную массу шлифа в виде довольно вытянутых различной ширины полосок. Кристаллическая однородность этих зерен сильно нарушена и проявляется в таблитчатом их угасании, причем образующаяся при этом паркетовидная структура дает возможность подметить, что все отдельные составляющие этих зерен также несколько вытянуты в направлении, перпендикулярном к общей вытянутости полосок кварца. Нередко эти полоски—зерна кварца заметно изогнуты и, чередуясь с подобными же полосками карбоната, образуют характерную полосчатую текстуру.

Второй генерацией, появляющейся позже описанной, является кварц, выполняющий промежутки между полосками и проявляющий лишь волнистое угасание, правда, резко выраженное. Он образует различной величины зерна, часто с сильно зазубренными контурами. Наконец, третья и последняя генерация появляется в виде мелкой сыпи, образующей каемки и бордюры вокруг зерен предыдущих генераций. С этой генерацией и появляется главная масса сульфидов.

Все генерации кварца, а также альбит интенсивно раз'едаются и замещаются карбонатом типа доломита, который проникает далеко в зальбанды жилок, производя интенсивное изменение вмещающей породы. Резко отличный минералогический состав этих жил, по сравнению с флюоритовыми жилами, дает все основания говорить о принадлежности тех и других к различным эпохам образования.

3. Барито-кварцево-карбонатовые жилы с галенитом и сфалеритом.

Жилы этого типа встречены на м-нии II Салаирского рудника в лежачем боку рудного тела. Мощность их незначительна и не превышает 1/4 метра. Главными минералами этих жил являются барит, родохрозит, кварц, сфалерит и галенит.

Барит образует крупные кристаллические аггрегаты зерен, в виде табличек, располагающихся то параллельно рассланцевке, то перпендикулярно ей. Отдельные индивиды часто заметно изогнуты. Цвет белый с голубоватым оттенком.

Родохрозит также встречается в виде крупнокристаллических скоплений, обычно концентрирующихся ближе к контактам с вмещающими породами. Нередко разбросан пятнами среди кварцево-баритовой массы.

Микроскопические наблюдения устанавливают не совсем обычный порядок выделения жильных минералов. Первым выделяется барит, за ним следует родохрозит, который подвергается замещению со стороны кварца. Последний очень часто проникает в виде тонких жилочек по спайности родохрозита или занимает промежутки между его зернами, приспособляясь к их контурам, или, наконец, сечет его жилками. В общем, ясно видно, что кварц здесь наиболее поздний продукт гидротермального процесса.

Как уже было отмечено, с этими жилами встречаются сульфиды в виде двух минералов: сфалерита и галенита. Как тот, так и другой появляются в крупных кристаллах до 1 см величиной. Оба они приурочиваются к зальбандам жил.

4. Кварцево-карбонатовые жилы с комплексом сульфидов характерных для рудных тел.

Этот тип отличается от предыдущих как по ассоциации находящихся в нем сульфидов, так и по характеру карбоната, который представлен здесь анкеритом (?). В количественном отношении они являются самыми распространенными и нередко рассекают собой оруденевшие породы, а также и сами рудные тела. Однако, все эти процессы прошли до периода основной рассланцовки, так как последняя всегда к ним приспособляется и нередко даже собирает кварцево-карбонатовые жилки в небольшие складочки.

Из сульфидов здесь зафиксированы почти все минералы, которые мы встречаем и в рудных телах. Особенно часто встречаются и образуют заметные скопления теннантит, сфалерит, пирит, реже халькопирит и галенит. Их характеристика нами была дана выше.

Порядок выделения жильных минералов обычный, т. е. первым выделился кварц, а за ним уже последовал анкерит. С кварцем связано отложение, главным образом, сфалерита, пирита и теннантита; халькопирит же и галенит отлагались в карбонатовую фазу.

Таким образом, для м-ний Салаирской группы характерным элементом рудных полей является наличие большого количества различных по комплексу минералов кварцево-карбонатовых жил. Все они нами сведены к четырем основным типам, из которых каждый характеризуется своеобразной ассоциацией минералов. На основании приведенной их характеристики можно думать, что 1,3 и 4 типы, несомненно, связаны с первой наиболее древней фазой оруденения, тогда как 2 тип относится к более молодой фазе, генетически сопряженной с появлением диорит-диабазовых пород. Последние отделены от главного оруденения значительным промежутком времени, в который укладывается период интенсивного проявления тектогенезиса.

Месторождение „Линза 2“ Урского района.

Минералогическая характеристика руд м-ния „Линза 2“ дается нами отдельно в связи с тем, что руды его, как увидим ниже, имеют свои характерные особенности, в общем несколько отличающие их от руд м-ний Салаирской группы.

Материалом для этой характеристики послужили керны буровых скважин № 47 и 48, подсекающих рудное тело на глубине в 50 и 100 м. Вследствие того, что данные этих скважин фиксируют изменение состава как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях, я привожу описание их полностью от пород висячего до пород лежащего бока. Отобранные образцы для полированных шлифов характеризуют собой наиболее однородные (микроскопически) руды.

Скважина № 47.

54—55 м. Макроскопически руда данного участка представлена тонкозернистой массой, существенно состоящей из пирита. П. м. оказывается—в строении руды принимают участие пирит, сфалерит, теннантит и халькопирит. В количественном отношении преобладающим из них является пирит, за которым следуют по нисходящей линии сфалерит, теннантит и халькопирит.

Пирит представлен различной величины зернами, почти всегда имеющими резко выраженные эвгедральные формы. Вследствие обильного его появления эти зерна чаще всего группируются в сплошные участки, подвергающиеся значительному замещению со стороны сфалерита. В результате

этого процесса получаются скелетные структуры. Все другие сульфиды производят на него весьма слабое воздействие. Кроме сплошных полей, пирит очень часто появляется и в виде одиночных кристаллов, разбросанных в массе нерудного минерала и сфалерита. Последний по отношению к пириту занимает подчиненное положение и в виде неправильной формы аггрегата мелких зерен (которые выявляются после травления $KMnO_4$) заполняет промежутки между зернами пирита.

Интенсивно замещая пирит, как указывалось выше, сфалерит, в свою очередь, подвергается заметному замещению со стороны теннантита. Взаимоотношения последнего с халькопиритом не ясны. В одном случае он заметно раз'едается халькопиритом, в другом дает тонкие каемки по последнему. Встречается в заметном количестве и обычно в виде неправильной формы зерен. Халькопирит почти всегда находится в ассоциации с теннантитом и появляется в шлифе в весьма незначительном количестве. Его зерна очень часто имеют раз'еденные и неправильные формы. Жильный минерал представлен баритом.

58—59 м. Микроскопически руда данного участка имеет темносерый цвет, вследствие развития здесь сфалерита. Пирит появляется отдельными участками и полосками. П. м. руда представлена пиритом, сфалеритом, теннантитом, халькопиритом, ковеллином и халькозином. В противоположность предыдущему шлифу здесь преобладающим сульфидом является сфалерит, за ним следует пирит, а все остальные появляются, примерно, в равных весьма незначительных количествах.

60—62 м. Массивная существенно пиритовая руда с очень незначительной примесью нерудных минералов. В отдельных участках заметны скопления халькопирита. П. м. рудные минералы шлифа представлены преобладающим пиритом, сфалеритом, халькопиритом, арсенопиритом и вторичными ковеллином и халькозином.

Пирит выполняет собой главную массу шлифа в виде отдельных эвгедральных зерен и сплошных аггрегатных скоплений. Подвергается заметному замещению со стороны сфалерита и халькопирита. Почти во всех случаях соприкосновения его с арсенопиритом он корродирует зерна последнего.

Таким образом, арсенопирит по времени своего выделения является наиболее ранним минералом. Очень редок: в шлифе можно насчитать всего не более десятка зерен. Все они имеют резко выраженные эвгедральные формы. Кристаллические грани сглажены пиритом.

Сфалерит по своему количеству занимает второе место после пирита. Его взаимоотношения с последним те же, что и в предыдущем шлифе. Подвергается заметному замещению со стороны ковеллина и халькопирита.

Халькопирит в виде неправильной формы зерен и жилок выполняет промежутки между зернами пирита. Иногда замещает сфалерит и, в свою очередь, замещается ковеллином. Замещение последним обычно начинается с краев отдельных зерен и проникает постепенно внутрь, полностью выполняя первичные минералы.

63—64 м. Существенно цинковая руда, с отдельными пирито-халькопиритовыми полосками. Под микроскопом фиксируются следующие рудные минералы: пирит, сфалерит, галенит, теннантит, халькопирит, борнит, арсенопирит и вторичные—ковеллин и лимонит. Преобладающим из них является пирит, характер и взаимоотношения которого с другими минералами аналогичны предыдущим шлифам. Кое-где в зернах пирита встречаются мелкие включения халькопирита, теннантита и галенита. Сфалерит обычен в ассоциации с пиритом, который он усиленно замещает. Нередко с ним ассоциируют халькопирит и теннантит. В шлифе он встречается в форме сплошных масс, подвергающихся интенсивному замещению со стороны ковеллина, реже теннантита. Халькопирит присутствует в довольно заметном

количестве и, как уже указывалось, замещает собой пирит, с образованием раскрошенных структур, а также сфалерит и теннантит. Сам подвергается интенсивному замещению со стороны ковеллина и рассекается жилками более позднего борнита. Теннантит чаще всего ассоциирует с халькопиритом и сфалеритом. Со стороны ковеллина подвергается слабому замещению. Галенит встречен в шлифе в виде мелких зернышек, разбросанных в массе нерудного минерала и сфалерита. Его взаимоотношения с борнитом в данном шлифе не устанавливаются. Вероятнее всего, борнит является супергенным минералом. Количество его в шлифе незначительно. Ассоциирует он почти исключительно с халькопиритом, который рассекает в виде жилок, подвергаясь иногда замещению со стороны ковеллина. Последний пользуется заметным развитием в шлифе и чаще всего замещает сфалерит и халькопирит, реже теннантит и борнит. Обычно он появляется с краев отдельных зерен, или проникает по трещинкам спайности, или, наконец, охватывая их и проникая внутрь, почти нацело его замещает. Лимонит чаще появляется с ковеллином, замещая его, с образованием при этом коллоформных структур.

63—76 м. Пиритовый песок.

76,5—77 м. Существенно серно-колчеданная руда. П. м. рудные минералы представлены пиритом, сфалеритом, халькопиритом и ковеллином. Преобладающим из них является пирит. В резко подчиненном отношении находится халькопирит, усиленно замещающийся ковеллином. Все остальные минералы встречены в нескольких зернах.

85 м. Серицитовый сланец, сильно оруденевший. Преобладающим минералом шлифа является пирит. В заметном количестве появляется теннантит. Сфалерит встречен в нескольких зернах. В шлифе наблюдается растирание рудных минералов по плоскостям сланцеватости. Отдельные зерна превращены в линзочки, часто резко срезаются и т. п.

86—87 м. Серицитовый сланец, пиритизированный. Еще резче выражены явления перетирания рудных минералов (пирит).

Скважина № 48

81,10 м. Рудными минералами шлифа являются: пирит, сфалерит, халькопирит, теннантит, ковеллин и лимонит. Взаимоотношения их таковы же, что и в шлифе 47/63—64 м. Ковеллин и здесь усиленно замещает сфалерит. Халькопирита и теннантита очень мало. Преобладающими являются пирит и сфалерит, которые находятся в шлифе, примерно, в равных количествах.

83,10 м. Поверхность полированного шлифа резко подчеркивает полосчатость руды, благодаря чередованию более темных (существенно сфалеритовых) полос с светлыми. Вообще же, макроскопически руда представляется серноколчеданной. П. м. установлены пирит, сфалерит, теннантит, халькопирит, арсенопирит, галенит.

Наблюдаемые макроскопически полоски ведут себя резко отлично. Темные полосы обычно представлены всеми минералами шлифа, за исключением теннантита. Преобладающим минералом этих полос является сфалерит, который в виде неправильной формы скоплений тесно срастается с галенитом, подвергаясь заметному замещению со стороны последнего. Характерно, что арсенопирит исключительно приурочен к этим полоскам, находясь—следовательно-чаще всего в ассоциации со сфалеритом (фиг. 11). Форма его кристаллов ромбическая, грани хорошо образованы. Кое-где встречается пирамидальный и призматический облик. Сфалерит иногда заметно внедряется в его кристаллы и раз'едает их.

Резкого перехода от темных полос к светлым не наблюдается. Правда, количественные соотношения минералов меняются, и в светлых полосках

преобладающим становится пирит, а не сфалерит. Характерным же обстоятельством является резкое исчезновение арсенопирита и галенита. Наоборот появляются теннантит и большое количество халькопирита.

84,15 м. Рудными минералами шлифа являются арсенопирит, пирит, сфалерит, теннантит, халькопирит, галенит, борнит и ковеллин.

Шлиф разбивается на две резко отличные по составу части, из которых наибольшая по ширине состоит из преобладающего пирита и сфалерита. Они появляются в равных количествах. В подчиненном отношении к ним находятся галенит, арсенопирит и халькопирит.

Вторая половина шлифа существенно представлена пиритом, халькопиритом, теннантитом и в незначительном количестве сфалеритом. Появляются новые минералы, которые отсутствуют в первой половине шлифа, а именно—борнит и ковеллин. Халькопирит в виде крупных зерен ассоциирует с пиритом и теннантитом, которые он усиленно замещает. В свою очередь халькопирит замещается борнитом, появляющимся в виде оторочек и жилочек в его зернах. Замещение ковеллином слабо выражено.

84,25 м. В состав руды данного участка входят пирит, арсенопирит, сфалерит, халькопирит, галенит, теннантит и вторичные—ковеллин, халькозин и лимонит. Характерной особенностью шлифа является почти одинаковое количественное соотношение пирита и сфалерита. Кроме того, замечается очень интенсивное замещение сфалерита ковеллином, причем фиксируется приуроченность ковеллина к участкам, где проходят мелкие трещинки. Замещение чаще всего начинается с появления халькозина, в виде узкой полоски, который затем замещается ковеллином, а последний лимонитом. Нередко сфалерит непосредственно замещается ковеллином.

84,5 м. Макроскопически среди общей существенно пиритовой массы выделяются халькопиритовые участки. П. м. последние состоят из преобладающего халькопирита, пирита и в подчиненном отношении сфалерита и вторичных—ковеллина и борнита (?). Взаимоотношения всех этих минералов обычны.

Вторая часть шлифа состоит из преобладающего сфалерита, который образует как бы основную массу, среди которой находятся отдельные зерна и участки пирита. Характерно образование скелетных структур.

87,6 м. Отличительной особенностью руды данного участка является значительное развитие сфалерита и галенита, которые образуют тесные срастания. Халькопирит, пирит и арсенопирит являются подчиненными минералами.

87,7 м. Шлиф аналогичен предыдущим по комплексу минералов, но количественные их взаимоотношения другие. Главную роль играют здесь сфалерит и пирит. В более заметном количестве появляется арсенопирит и, наоборот, халькопирит и особенно галенит играют подчиненную роль.

89 м. Руда и находящиеся в ней минералы аналогичны предыдущему.

97 м. Макроскопически плотная серноколчеданная руда. П. м. установлены следующие минералы: пирит, сфалерит, арсенопирит, теннантит халькопирит, халькозин, ковеллин и лимонит. Главная масса шлифа выполнена аггрегатом зерен пирита. Все остальные минералы встречены в незначительных количествах и выполняют промежутки между зернами пирита. Сфалерит обнаружен в виде одного зерна, находящегося в ассоциации с халькопиритом. Последний, находясь в ассоциации с теннантитом, подвергается вместе с ним замещению со стороны халькозина, который обычно сечет их густой сетью жилок, часто выходящих из одной точки; реже появляется с краев. Халькозин вытесняется ковеллином, а последний лимонитом. В общем, намечается следующий парагенетический ряд: халькопирит, халькозин—ковеллин—лимонит.

108 м. Шлиф аналогичен предыдущему и отличается от него полным отсутствием халькопирита и повышенным содержанием блеклой руды. Сфалерит зафиксирован в виде нескольких зерен.

125 м. Существенно серноколчеданная руда по сравнению с предыдущими шлифами отличается заметным содержанием сфалерита и арсенопирита. Халькопирит отсутствует.

127 м. Серицитовый сланец лежачего бока в значительной мере пиритизированный. Очень редко встречаются мелкие зерна сфалерита.

На основании вышеприведенного описания кернов буровых скважин можно сделать некоторые обобщающие выводы. Прежде всего микроскопическое изучение руд показало, что в строении рудного тела принимают участие следующие минералы: арсенопирит, пирит, серицит, барит, сфалерит, теннантит, халькопирит, галенит и вторичные—борнит, халькозин, ковеллин и лимонит. Порядок выделения отвечает их перечислению. Сопоставляя данный комплекс минералов с минеральным составом руд Салаирской группы м-ний, мы находим значительное их сходство. Отличительной особенностью м-ния „Линзы 2" является лишь преобладающая роль пирита среди прочих сульфидов, а также появление некоторых минералов, не характерных для м-ний Салаирской группы (арсенопирит, борнит). Таким образом, по характеру оруденения данное м-ние совершенно однотипно с Салаирским.

Тщательный просмотр полированных шлифов скв. № 47 и 48 показывает, что минеральный состав рудного тела непостоянен как по вертикали, так и в горизонтальном направлении. По данным скважины № 47, как мы уже видели выше, определенным образом фиксируется, что сфалерит сосредоточен в висячем боку рудного тела. Начиная, примерно, от 54 до 65 м по наклону скважины, преобладающими минералами руды являются пирит и сфалерит, причем последний часто вытесняет собою пирит. Эта характерная особенность рудного тела была выявлена и химическими анализами *). Нужно отметить, что данные химанализов по скв. 47 характеризуют собою участок, где процессы окисления играют весьма заметную роль, в связи с чем процентное содержание металлов, в частности цинка, конечно, не отражает собой первичного минерального состава данного горизонта рудного м-ния. При описании этого отрезка скважины, уже указывалось, что цинковая обманка во многих случаях полностью замещается ковеллином или халькозином. Естественно, такая минералогическая обстановка свидетельствует о том, что процентное содержание цинка в первичных рудах должно повыситься за счет снижения процента меди.

При дальнейшем движении к лежачему боку сфалерит довольно резко уступает место пириту и его обычным спутникам—халькопириту и теннантиту, которые получают здесь более заметное развитие.

Данные буровой скважины № 48 в основном повторяют и подтверждают, примерно, ту же картину. Вторичные минералы (ковеллин, халькозин) и здесь играют значительную роль в замещении сфалерита. Интересно отметить, что по данным этой скважины определенным образом фиксируется появление заметного количества сфалерита и в лежачем боку рудного тела, что как будто подтверждается и химанализами этих руд, показывающими высокий процент содержания цинка. Кроме этого и галенит становится более частым минералом, чем в рудах скважины № 47.

Таким образом, замечается четко выраженная тенденция увеличения содержания сфалерита и галенита с глубиной. Учитывая же при этом, что жильным минералом рудного тела является исключительно барит—характерный минерал для верхних зон оруденения, нужно думать, что ниже

*) Лопушинский П. М. — Вестник ЗСГРТ № 6, 1933 г.

разведанных к настоящему моменту горизонтов, по крайней мере, в пределах зоны, где преобладающим развитием в качестве жильного минерала будет являться барит, можно встретить участки серноколчеданной руды с заметным содержанием в них цинка и свинца.

IV. Текстуры руд.

Руды Салаирских полиметаллических м-ний могут быть разделены на два основных типа: 1) „сплошные" и 2) „вкрапленные", причем термин „сплошные" применяется здесь условно, так как количество всегда присутствующих в них жильных минералов в очень редких случаях спускается до 15—20%; обычно же этот процент гораздо выше указанной цифры. К этому типу относятся рудные тела, как таковые, всех м-ний Салаира. Но любое рудное тело м-ния всегда сопровождается зоной импрεньяции, где рудные минералы находятся в распыленном состоянии среди вмещающих пород. Руды данного типа могут быть отнесены к „вкрапленникам".

Как „сплошные" так и „вкрапленные" руды (фиг. 12) обладают тонкозернистым строением и по своему составу представляют весьма неоднородную смесь зерен различных минералов. Макроскопически почти всегда бросается в глаза характерная для большинства м ний полосатая текстура руд. Последняя вызывается чередованием полос различного минералогического состава, естественно вызывающего и различную их окраску. Микроскопические же наблюдения дают возможность выделить несколько типов полосатых руд.

1. Полосатые руды, полосчатость которых обусловлена чередованием полосок, существенно состоящих из жильных минералов (главным образом, барита), и полос, представленных преобладающим сфалеритом и небольшой примесью других сульфидов.

2. Полосатые руды, полосчатость которых обусловлена чередованием полос, состоящих из пирита, халькопирита и теннантита с полосками, минералами которых являются: сфалерит, арсенопирит, галенит и незначительная примесь пирита и халькопирита (фиг. 19) (м-ние „Линза 2").

3. Полосатые руды, полосчатость которых обусловлена чередованием полосок, существенно состоящих из сфалерита, и полосок, представленных тесным срастанием галенита, халькопирита и теннантита.

4. Наконец, руды, в которых фиксируется чередование существенно пирито-халькопиритовых полос с полосками остальных сульфидов (фиг. 20).

Кроме этих основных типов полосчатых руд, можно микроскопически установить еще ряд полосатых руд, которые под микроскопом не имеют резко выраженного состава, а представлены одним и тем же комплексом минералов, но с заметным преобладанием одного из них в соответствующих полосках.

Ширина наблюдаемых полосок варьирует в заметных пределах, но чаще всего они измеряются миллиметрами. Полоски, располагаясь в общем параллельно друг другу, часто тянутся на довольно значительное расстояние без заметного выклинивания. Нередко также они имеют характер линзочек, выклинивающихся как по простиранию, так и по падению. Реже наблюдаются явления плойчатости, когда эти полоски оказываются согнутыми в мелкие складочки, иногда с разорванными крыльями.

Генезис только что описанных полосчатых текстур является довольно сложным и для своего об'яснения требует более детального изучения геологической обстановки и строения рудных залежей. Поэтому, не задаваясь целью дать четкое и вполне обоснованное его решение, можно высказать лишь некоторые, весьма вероятные предположения.

Обращаясь по данному вопросу к литературе, должен заметить, что в ней мне не удалось почерпнуть достаточного материала, который можно

было бы в той или иной степени применить к об'яснению наблюдаемой полосчатости в Салаирских рудах. Как известно, по вопросу генезиса полосчатых руд колчеданистых м-ний Урала имеется специальная работа Е. Е. Захарова*), где причинам образования подобных структур уделено значительное внимание. Однако, приводимые им об'яснения не могут быть нами заимствованы, так как они сводятся к разбору явлений, происходящих в процессе дифференциации рудного расплава. Кроме этого, для некоторых м-ний Урала (Соймоновской долины) были высказаны и другие взгляды. В частности, Стикнеем**) образование полосатых текстур руд трактуется как результат замещения сланцев растворами, постепенно менявшимися в своем составе. Аналогичной же мысли придерживается и И. Ф. Григорьев для Алтайских руд***). Последнее представление, являясь быть может наиболее вероятным по отношению к рудам м-ний Урала и Алтая, неприменимо в полной мере к рудам м-ний Салаира, так как рудоносные растворы при своей циркуляции имели дело здесь с породами, которые, как мы установили выше, не носили характера сланцев.

Наконец, об'яснить полосчатость руд перекристаллизацией в условиях ориентированного давления, как это отмечает и М. А. Усов****), мы не можем вследствие того, что, во-первых, трудно себе представить происходившую при этом концентрацию в полосы определенных ассоциаций минералов, а во-вторых, потому, что под микроскопом нам не удалось зафиксировать признаков перекристаллизации руды.

Таким образом, образование описанных нами текстурных особенностей Салаирских руд, повидимому, обязано совершенно иным закономерностям.

Из приведенного выше описания мы можем с несомненностью констатировать, что процессы минералообразования были чрезвычайно сложными. Формирование рудных тел протекало, повидимому, довольно длительный промежуток времени, при заметно менявшихся физико-химических условиях. Вот почему мы и наблюдаем не только две, резко различные по времени металлогенические эпохи, но в пределах каждой из них несколько отдельных стадий, неоднократно налегающих и перекрывающих друг друга. Несомненно, что формирование рудных тел происходило в условиях то прекращающегося, то вновь возобновляющегося одностороннего давления. Естественно, что каждый новый нажим вызывал в теле кварцевых порфиров, подвергающихся замещению, целый ряд микротрещин, которыми и пользовались рудные растворы, как путями наиболее доступными для их движения. И поскольку физико-химические условия (главным образом, температура) с течением времени постепенно изменялись, конечно, и характер выносимых из магматического очага растворов также несколько менялся, и, следовательно, в каждый данный момент концентрация одних соединений увеличивалась или уменьшалась за счет выпадения других. Ясно, что каждая последующая порция растворов проникала, главным образом, не по старым путям, уже закупоренным отложившимися до этого минералами, а путями совершенно новыми, производя при этом отложения и несколько иного комплекса минералов. Вполне возможно, что при этом соответствующую роль сыграла и первичная текстура подвергающихся замещению пород.

---

*) Е. Е. Захаров—Первичные полосатые структуры колчеданных руд в склонах Урала. Труды Ин-та Прикл. Минералогии, вып. 32, 1926 г.

**) A. W. Stiсney—„The Pyritic Copper Deposits of Kyshtim, Russia"—Econ. Geol. X, стр. 593—633, 1915 г.

***) И. Ф. Григорьев—„Исследование Алтайских руд". Материалы по общей и прикладной геологии, вып. 70, стр. 20, 1927 г.

****) Усов, М. А.—Вестник ЗСГРТ, № 4, стр. 12, 1933 г.

Кроме вышеописанных полосатых текстур, нередко наблюдаются и сланцеватые текстуры. Но они скорее характеризуют собой зону импрельяции и обусловлены появлением в рудах обильного серицита, играющего роль жильного минерала. В некоторых случаях, особенно в зонах интенсивного раздробления, руда принимает брекчиевидную текстуру.

V. Генезис Салаирских месторождений.

Несмотря на то, что Салаирские полиметаллические м-ния открыты еще в XVIII веке, вопрос об их генезисе на сегодняшний день остается нерешенным окончательно. В значительной мере это, повидимому, об'ясняется тем, что данным вопросом очень мало интересовались и не уделяли ему достаточного внимания. Последнее нас меньше всего удивит, если мы возьмем отрезок времени с 1781 по 1896 г., когда эти м-ния работались как серебро-рудные, так как вообще этот период характеризует собой эпоху слабого развития геологической мысли, и так как условия разработки этих м-ний были специфичны: рудой для сереброплавильного завода служила, главным образом, зона окисления, которая в условиях Салаира является довольно мощной, и запасы руд данной группы м-ний вполне обеспечивали нормальную работу этого завода.

Однако, кое-какие попытки со стороны некоторых исследователей того времени были сделаны и по вопросу генезиса м-ний. В частности, Котта в 1869 г. в своей статье „Рудные м-ния Салаира“ *) высказал следующие соображения:

„Местами явственно сланцеватое строение тяжелого шпата параллельно напластованию сланца говорит в пользу одновременного происхождения его со сланцами; но в то же время совершенное различие его массы и резкое ограничение, часто совершенно уклоняющееся от направления сланцев, и особенно странное разветвление м-ний, противоречат этому. Можно полагать, что эти неправильные пустоты выполнялись позднее или псевдоморфизованы из таких же штоков известняка, гипса и каменной соли, отчего и получили частью внутреннее параллельное напластование. Одним словом, происхождение Салаирского серебросодержащего тяжелого шпата остается еще загадочным“.

Несомненно, такое представление могло возникнуть только у исследователей того времени и, конечно, ни в коей мере не отвечает действительности.

Вскоре после этого, примерно с конца XIX столетия м-ния были совершенно заброшены, и в течение ряда десятков лет на них не обращалось никакого внимания. И только в наши дни, в связи с бурным развитием промышленности Советского Союза и в частности цветной металлургии, в 1927 г. встал вопрос о переоценке Салаирских полиметаллических м-ний и о возможности введения их в эксплоатацию. Этому способствовало еще и то обстоятельство, что к данному моменту методы обогащения руд достигли таких успехов, что оказались возможным обогащение подобного рода убогих сульфидных руд и вполне рентабельной разработка их м-ний.

И вот, с этого года Геолкомом были поставлены систематические разведочные работы под руководством геологов-разведчиков Г. С. Лабазина и частью Л. И. Шаманского. Естественно, в процессе этих работ, продолжавшихся до 1931 г., накопилось значительное количество фактического материала по всем ныне известным м-ниям Салаира, на основе которого можно было бы ожидать соответствующего подхода к решению коренного вопроса—вопроса генезиса м-ний. Краткие мысли, формулированные Лабазиным и Шаманским по этому поводу, сводились в основном

*) Котта Б.—„Рудные месторождения Салаира“—Горный журнал № 10, 1869 г.

к определению типа данных м-ний, подведя их под тип замещения гидротермальными растворами рассланцованных пород. Вопросы связи оруденения с интрузиями остаются открытыми.

Между тем, несколько раньше начала разведочных работ на рудниках Салаира, в 1926 г., А. М. Кузьминым, по поручению Тельбесбюро, производилась разведка м-ний огнеупорных глин, располагающихся вблизи Салаирских рудников. На основе полученного материала, при решении генезиса огнеупорных глин, А. М. Кузьмин попутно делает ряд довольно правильных замечаний и по вопросу генезиса полиметаллических м-ний, высказывая совершенно противоположную точку зрения относительно возраста формирования рудных тел и рассланцовки вмещающих пород, особенно подчеркивая, что последние испытали рассланцовку после сформирования м-ний

Эта статья была опубликована только в 1932 г. в „Известиях ЗСГРТ", и—возможно—высказанные в ней мысли не были известны Лабазину и Шаманскому, и потому, быть может, в работах последних мы и не находим соответствующих критических замечаний.

Наконец, через год в своей статье „Проблема Рудного Салаира" *) проф. М. А. Усов впервые довольно подробно останавливается на вопросе генезиса полиметаллических м-ний Салаира. При решении этого вопроса он отмечает, что особенно важным является определение возраста рассланцовки относительно эпохи оруденения. Приводя ряд довольно убедительных доказательств в пользу того, что рассланцовка есть явление более позднее, нежели оруденение, М. А. Усов доказывает, что м-ния Салаира не только локально, но и генетически связаны с кварцевыми порфирами, которые он выделяет в особую жерловую фацию. Все же считая данный вопрос не решенным окончательно, он настаивает перед Зап. Сиб. Геол. Разв. Трестом об организации специальной тектоно-петрографической партии для изучения вопросов тектоники и, в связи с этим, генезиса м-ния II Салаирского рудника. Эта работа была выполнена П. Ф. Красниковым, которым собран обширный фактический материал. Собранный мною материал вполне подтверждает высказанные М. А. Усовым мысли.

Несомненно, подобное весьма пристальное изучение тектоники и генезиса м-ний Салаира не случайное явление: оно вызвано настоятельной необходимостью при решении ряда практических, а также и чисто теоретических задач. В частности, без уточнения взаимоотношения рудных тел с вмещающими породами остается открытым и неясным вопрос о генезисе данного типа оруденения.

Казалось бы, не следовало прибегать к особым тонкостям изучения этого вопроса, чтобы доказать, что рудные тела по отношению к рассланцовке являются более древними образованиями. Но поскольку вопрос о генезисе м-ний оспаривается рядом видных геологов (Сперанский, Лабазин и др.), то мне, занимаясь изучением минерального состава и генезиса рудных полей, естественно, приходится еще раз и более детально на нем остановиться.

В ряде статей исследователей Салаира, как уже упоминалось выше, отмечается, что рудные растворы во время своей циркуляции встретили подготовленные для них пути в виде интенсивной рассланцовки и мощных зон раздробления. Основанием к такому заключению, повидимому, послужило согласное залегание рудных тел с направлением преобладающей здесь рассланцовки вмещающих пород, а также полосчатая текстура рудных образований. Конечно, легче всего было принять именно такую схему. И по примеру ряда м-ний замещения сланцев, не трудно было и здесь пред-

*) Усов М. А.—„Проблема Рудного Салаира"—Вестник ЗСГРТ, № 4, 1933 г.

положить эти процессы в виде движения рудных растворов вдоль плоскостей сланцеватости, и в результате естественное образование рудных тел в форме чечевицеобразных или линзообразных залежей. Принимая подобное представление, повидимому, как весьма распространенное и общеизвестное, авторы (Лабазин и Шаманский) не пытаются или, вернее, даже не считают нужным заниматься этими вопросами.

Против согласного простирания рудных тел и рассланцовки вмещающих пород особых возражений быть не может, хотя следует все же заметить, что отдельные рудные тела в Салаирской группе м-ний ориентируются в СВ. направлении, не совсем обычном для простирания рассланцовки вмещающих пород.

В отношении формы рудных залежей остается непонятным с точки зрения данной теории ряд связанных с этим вопросов. Мы уже отмечали, что большинство рудных тел имеет линзообразную форму и своими длинными осями располагается параллельно рассланцовке вмещающих пород. Но с другой стороны, имеются и такие рудные залежи, которые по форме резко отличаются от линз и представляют собой штокообразные или трубообразные залежи. Примером может служить довольно крупное Соймоновское м-ние. Если мы обратимся к старым планам, составленным на основе подземных выработок, то там можно найти довольно интересные данные относительно формы этого рудного тела. Ряд погоризонтных планов показывает чрезвычайно сложное и неправильное строение этой залежи, резко меняющей свою форму с глубиной, буквально через каждые 5—10 м. Беря за основу предпосылку о замещении рудными растворами сланцев, трудно, по моему, подыскать удовлетворительное об'яснение образованию подобной формы. И это одно обстоятельство должно было бы являться веским доказательством неправильности принятой точки зрения.

Но самое главное, что при решении этого вопроса было упущено или надлежащим образом не оценено, это-угловые соотношения падения рудных тел и рассланцовки вмещающих пород. Ведь угол падения рудного тела колеблется от 35 до 48°, тогда как угол падения сланцеватости достигает 75—80°. При этом замечается постепенное увеличение угла падения сланцеватости с удалением от рудных тел. Такой фактической материал, фиксируемый и самим Лабазиным, является хорошим подтверждением того, что рудоносные растворы шли не путями, подготовленными для них основной рассланцовкой, а наоборот, вполне очевидно, что их движение происходило по путям, заложенным в телах кварцевых порфиров до момента проявления интенсивных дислокаций, обусловивших образование сланцев и угловое несогласие между рассланцовкой последних и рудными телами.

При описании минерального состава рудных полей мы видели, что пирит является наиболее ранним минералом в ряду последовательного выделения их из растворов. Обладая значительной кристаллизационной способностью, он всегда дает хорошо образованные кристаллы и, таким образом, является наиболее хорошим об'ектом для наблюдений при решении данного вопроса.

Благодаря тому, что пирит во вмещающих породах появляется лишь в форме вкрапленников, его зерна оказываются всегда индивидуализированными. На этих отдельных кристаллах пирита весьма часто можно видеть венчики (фиг. 21), состоящие из наросшего на его гранях кварца, в виде удлиненных призмочек, ориентированных в одном направлении. Нередко, к кварцу присоединяются листочки серицита. Вся эта группа минералов подвергается обтеканию (фиг. 13, 14) со стороны основной массы породы, представленной здесь тонкокристаллическим кварцем и серицитом. При этом призмочки кварца и листочки серицита часто испытывают резко выраженные признаки изогнутости заворота своих свободных концов в сторону прос-

тирания сланцеватости (фиг. 4). В местах, где предел упругости пирита был превзойден, он испытывает раздробление, размазывание, образуя линзочки, часто прерывающиеся и сдвинутые одна по отношению к другой. Еще более резко подобные деформации подчеркивает цинковая обманка, зерна которой нередко оказываются значительно изогнутыми (фиг. 22). Описываемые явления чаще всего наблюдаются во вкрапленных рудах, приуроченных к контакту рудных тел с боковыми породами.

Такие соотношения рудных минералов с минералами вмещающих пород считаются довольно веским доказательством того, что рудные минералы являются дометаморфическими образованиями *). Отсюда, следовательно, естественно заключить, что и вообще весь процесс оруденения закончился до начала явлений интенсивного динамометаморфизма.

Кроме этих микронаблюдений, можно привести еще и такой, по моему мнению, довольно веский факт в пользу того, что основная рассланцовка прошла после сформирования рудных тел. На одном из отполированных образцов Салаирских руд Геологического Музея ЗСГГГРТ можно отчетливо видеть, как полосчатая руда собрана в напряженные мелкие складочки. Баритовые полоски кое-где оказываются разорванными и превращенными в линзочки. По всей вероятности, в местах, где рудные прослойки не были особенно мощными, при интенсивном одностороннем нажиме они испытали подобную микроскладчатость.

Таким образом, высказанные М. А. Усовым положения неоднократно подтверждаются и в деталях и, несомненно, более близки к истине, нежели выводы Лабазина и др. авторов. С этой точки зрения вполне об'яснимыми становятся согласное залегание рудных тел со сланцеватостью и соответствие углов падения сланцеватости и рудных тел вблизи контакта последних. Несколько неясным остается вопрос: чем об'ясняются закономерная вытянутость и ориентировка кварцево-порфировых тел, а также почти точное совпадение простирания длинных осей рудных тел с простиранием длинных осей тел кварцевых порфиров.

Собственно говоря, на первую половину данного вопроса ответ уже дан в работах М. А. Усова и П. Ф. Красникова, которые отмечают обусловленность этой закономерности структурой кембрия, имеющей, как известно, северо-западное направление простирания. Что касается первичных трещинных зон, то их образование, несомненно, было обусловлено процессами растяжения, следовавшими вслед за остыванием кварцево-порфировых тел. И поскольку это остывание естественно начиналось с периферических частей магматического очага при резко выраженной вытянутости его в одном направлении, ясно, что и трещины растяжения неизбежно вынуждены были подчиниться этой ориентировке. Вот почему мы и видим на геологической карте приуроченность основной массы рудных тел к периферическим частям (главным образом, к лежачему боку) и почти точное совпадение линии контакта боковых пород с телом кварцевых порфиров и направления вытянутости рудных тел.

Независимо от решения этого, вообще говоря, имеющего подчиненное значение вопроса, нам важно было установить отношение рудных тел к рассланцовке, что по нашему мнению имеет решающее значение при выяснении вопроса связи рудных тел с активной магмой, так как, приняв высказанную концепцию за основу, мы можем теперь и кварцевым порфирам дать полное право на участие в решении задачи о генетической связи процессов рудообразования с материнскими породами.

*) Бастин Э, Грейтон и др. „Критерии возрастных соотношений минералов по наблюдениям в полированных шлифах"—Перевод с английского Ю. А. Краснова, под ред. Ф. Н. Шахова. Гос. Науч-Техническое Горно-Геолого-Нефтяное Издательство, 1934 г стр. 100.

В поисках интрузий для привлечения их к решению поставленной задачи, мы сталкиваемся с довольно парадоксальным явлением. Оказывается, что единственными породами, как доказывает это М. А. Усов, носящими все характерные черты гипабиссальных интрузивных образований, являются кварцевые порфиры, которые не только вместили в себя м-ния Салаира, но являются, фигурально выражаясь, единственными кандидатами для замещения вакантной должности—рудоносной интрузии, так как других магматических пород, с которыми можно было бы связать оруденение Салаира, мы нигде вблизи м-ний не встречаем.

На этот счет существуют лишь гипотетические предположения Б. Ф. Сперанского о залегающих на глубине варисцийских интрузиях, которые своими подводящими каналами подошли к телам кварцевых порфиров и через них, как наиболее ослабленные участки литосферы, позволили пустить свои эманационные струи, давшие начало описываемой группе м-ний *).

Такая оригинальность в решении данного вопроса, повидимому, вызвана желанием подогнать схему процессов рудообразования на Салаире к схеме ближайшего его соседа—Алтая, где оруденение связывают с варисцийскими интрузиями. На это особенно сильно побуждают некоторые морфологические сходства оруденения Салаирского с Алтайским. Но изготовлять единый „штамп" для полиметаллических м-ний всего Союза едва ли есть смысл и, как выразился на IV конференции по полиметаллам Крейтер,— „при сопоставлении м-ний различных районов нужно помнить, что нет абсолютно похожих друг на друга м-ний, и нет вполне удовлетворительных штампов". И в данном случае, при общности некоторых морфологических моментов рудных м-ний Салаира с Алтайскими, даже при грубом анализе мы найдем много своеобразных черт, характерных только м-ниям Салаира. И даже больше того, в пределах последнего мы не найдем ни одной пары совершенно тождественных м-ний.

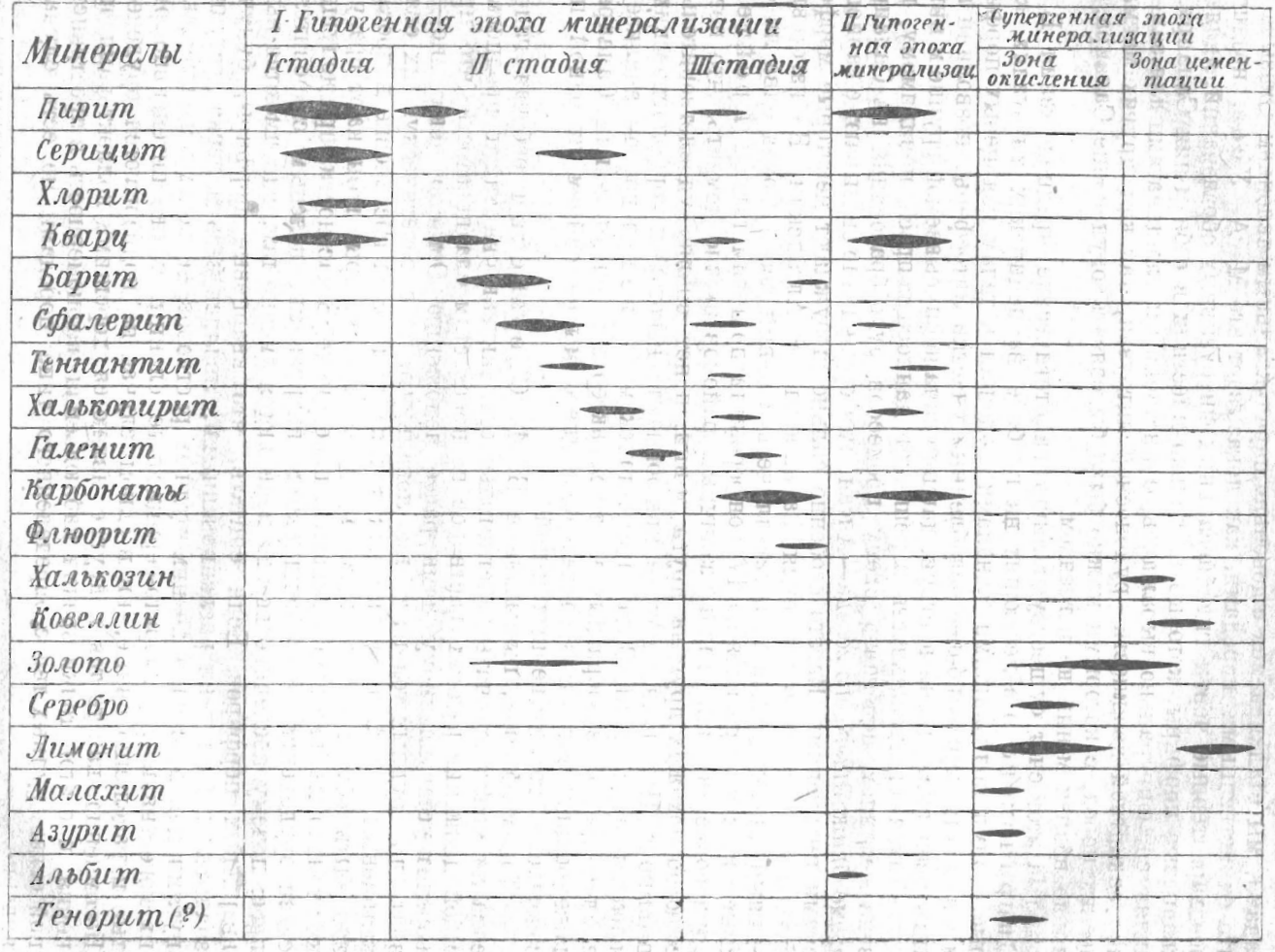
Таким образом, высказанная Б. Ф. Сперанским рабочая гипотеза едва ли может отвечать действительности, так как она также предполагает собой движение рудных растворов по плоскостям сланцеватости, что противоречит установленному нами ранее положению. Остается пока одно—признать для рудных тел не только локальную, но и генетическую их связь с кварцевыми порфирами, так как только при такой постановке вопроса может быть об'яснен ряд неясных положений, которые возникают сразу же, как только мы начинаем решать вопрос иначе. В частности, при допущении связи оруденения с варисцийскими интрузиями, неясным становится вопрос: почему последние всегда появляются именно там, где имеются выхода кварцевых порфиров. Если считать, что кварцевые порфиры, будучи в значительной степени расланцованными, явились весьма легко доступными путями для движения по ним рудных растворов, то почему же вмещающие их известняки или хлорито-серицитовые сланцы, также интенсивно разбитые и расланцованные, ни в одном случае не подвергаются оруденению? Несомненно, как те так и другие являются хорошими коллекторами оруденения, и с этой точки зрения наблюдаемая закономерность в пространственной связи рудных тел с определенного типа породами не есть случайное явление.

Между прочим, ряд наблюдений над проявлением типичных варисцийских интрузий показывает, что в условиях Салаира они оказываются нерудоносными. Так, по моим наблюдениям в Тарсминском районе встречено две заведомо варисцийских интрузии, прорывающие известняки нижнего карбона. Тщательный осмотр контактовой полосы этих интрузивов не позво-

*) Сперанский, Б. Ф. — „Структуры палеозойских формаций Обско-Томского Междуречья". Сборник по геологии Сибири, издание Зап. СГРТ, 1933 г., стр. 257, фиг. № 22.

СХЕМА

процессов минералообразования в Салаирских полиметаллических м-иях



лил отметить даже слабой сульфидной вкрапленности в известняках этой зоны. Отмечаемое же Лабазиным окремнение карбоновых известняков ни в коей мере нельзя ставить в связь с процессами окремнения, сопровождающими находящиеся здесь м-ния (Смирновское и др.), так как его характер резко отличен от последнего и, несомненно, обязан не гидротермальным растворам.

Между прочим, как уже отмечалось выше, Г. С. Лабазин также считает наиболее вероятной генетическую связь м-ний с кварцевыми порфирами И это предположение само по себе несомненно правильно, но совершенно непоследовательно искать новую, более молодую генерацию кварцевых порфиров там, где фактический материал не позволяет этого.

В общем, масса фактического материала, собранного и изученного на значительной площади, дает все основания утверждать, что полиметаллические м-ния Салаира генетически связаны с кварцевыми порфирами. Беря это положение за отправную точку своих дальнейших рассуждений, мы можем теперь попытаться набросать механизм формирования и последующего изменения рудных тел.

После того, как потенциальная энергия находящегося на глубине магматического очаге была разряжена путем внедрения кварцевых порфиров в кембрийскую эффузивно-осадочную толщу и излияния через эти жерла лавовых потоков, после этого начался период поствулканических процессов. Огромное количество освобождающихся в магматическом очага паров и газов вынуждено было двигаться вверх по путям, наиболее доступным для их следования. Естественно, такими слабыми участками литосферы явились жерла кварцевых порфиров, магма которых к этому времени, вследствие незначительной их массы и, в связи с этим большой поверхности охлаждения, успела уже остыть, в результате чего, как и в любом магматическом очаге, появилась масса трещин и трещинных зон. Воспользовавшись этими путями, эманационные струи устремились по ним вверх, производя при этом соответствующее изменение кварцевых порфиров

При описании минерального состава рудных тел мы уже отмечали существующую закономерность в распределении некоторых минералов. Особенно резко это подчеркивается для жильной группы. Оказывается, для большинства м-ний Салаира, как это показывают разведочные работы, характерным обстоятельством является то, что в верхних горизонтах рудных тел в качестве жильного минерала всегда присутствует барит. Нередко в выходах на поверхность его скопления достигают такой величины, что образуют сплошные массы, лишь в слабой степени сульфидизированные. По мере углубления к барите начинает присоединяться кварц, который в более глубоких горизонтах становится преобладающим и, в свою очередь, еще ниже усиленно вытесняется карбонатами.

Что касается рудных минералов, то в их распределении такой правильности мы не наблюдаем. Лишь слабое проявление такой зональности намечается на м-нии II Салаирского рудника, где видно, что с глубиной галенит почти целиком исчезает. Подобная затушеванность в зональном распределении сульфидных минералов может быть об'яснена неоднократным наложением отдельных стадий одной и той же эпохи минерализации, а также наложением различных по времени эпох оруденения. Правда, в нашем случае вторая эпоха, связанная с появлением даек диабазов, вообще говоря, слабо выражена, но и она могла наложить свой отпечаток и еще более затушевать картину последовательного хода процессов минералообразования. „Даже слабая минерализация, наложившаяся на более старую—говорит Эммонс—вызывает такие осложнения, которые часто трудно об'яснить"*).

*) Эммонс-Изменения первичного оруденения с глубиной, стр. 13.

Несомненно, отмеченная закономерность в распределении жильных, а также и кое-где сульфидных минералов по вертикали согласуется с постепенным изменением состава действовавших глубинных фумаролл, обусловленным понижением их температуры. В свете подобного представления и изложенного выше фактического материала, порядок формирования рудных тел нам представляется именно в том виде, как это изображено на прилагаемой схеме (таблица I).

Первая эпоха минерализации следует вслед за завершением вулканической деятельности и охватывает собой период, в который в основном были сформированы рудные тела и соответствующие процессы изменения вмещающих пород, сопровождавшие рудообразование (серицитизация, окремнение и т. п.). Наиболее ранняя стадия этой эпохи характеризуется обильной концентрацией пирита, хлорита и серицита, сосредоточивающихся, главным образом, в боковых породах, распространяясь иногда на целые десятки метров, а также отлагаются (особенно пирит) в более высоких горизонтах трещин, где геотермические условия были наиболее благоприятны для их выделения. Импрегнируемый в боковые породы пирит образует хорошо выраженные кристаллики (правда, зачастую сильно нарушенные при последующих динамических воздействиях) различной величины (от 1-2 мм до 0,1 мм), часто сопровождаемые каемками тонкопризматического кварца. Кое-где наблюдается проникновение пирита в виде жилочек в фенокристы кварца вмещающих пород. Серицит всегда обнаруживает склонность концентрироваться вокруг зерен пирита, обволакивая их своими листочками, или вместе с призмочками кварца, располагаясь перпендикулярно к граням пирита. В общем, серицит появляется несколько позже пирита, но, несомненно, в одну и ту же стадию с ним.

Параллельно с образованием серицита идет развитие кварца. Этот процесс силисификации боковых пород приводит к образованию значительных масс вторичных кварцитов, которые сопровождают все Салаирские м-ния.

Повидимому, в эту же стадию кое-где происходило и отложение арсенопирита („Линза 2"), где он по времени своего образования является наиболее ранним минералом (табл. II).

Процессы минералообразования этой стадии, характеризующие собою изменение боковых пород, вполне аналогичны многим металлоносным районам. Так же как и там, мы имеем возможность зафиксировать некоторую закономерность в распределении образующихся при этом минералов. Если далеко за пределами м-ния мы имеем существенно хлоритизированные породы, имеющие ныне облик кварцево-хлоритовых сланцев, то в зоне, непосредственно примыкающей к рудным телам, особенным развитием пользуются серицит и кварц, причем, как это установлено разведочными работами, серицитизация значительно ослабевает по мере удаления от рудных тел, а мощность этой зоны-по мере приближения к концам последних. Та же правильность намечается и в отношении пирита. И в полевой обстановке нередко такие, резко отличные по своему облику, образования можно принять за другие породы, так как при этом очень часто хлоритизированные разновидности оказываются обычно слабее рассланцованными. Но микроскоп показывает, что как кв.--серицитовые, так и кварцево-хлоритовые сланцы имеют один и тот же состав и обязаны своим происхождением зональному проявлению процессов „пропилитизации". Последние, как известно, характерны не только для м-ний, связанных с интрузивными образованиями типа гранитов (например рудный район Бютте Монтана), но довольно резко бывают выражены и в м-ниях, образованных в эффузивных породах, конечножерловой фации. В качестве примера можно привести м-ния Венгрии Шемниц и Кремниц, где, как известно, последние связаны с молодыми жерловыми образованиями эффузивов и сопровождаются интенсивными

СХЕМА

процессов минералообразования в м-нии „Линза 2" Урского р-на

Минералы	Гипогенная эпоха минерализации		Супергенная эпоха минерализации	
	I стадия	II стадия	Зона окисления	Зона цементации
Арсенопирит				
Пирит				
Серицит				
Хлорит				
Кварц				
Барит				
Сфалерит				
Теннантит				
Халькопирит				
Галенит				
Борнит				
Халькозин				
Ковеллин				
Золото				
Серебро				
Лимонит				

процессами „пропилитизации", захватывающими иногда довольно мощные зоны вмещающих пород (до 100 м) при сравнительно незначительной мощности отдельных залежей (максимум 15-20 м)*).

Таким образом, интенсивно проявившиеся в данную стадию минерализации гидротермальные изменения боковых пород и подготовили кварцевые порфиры к тому, что в последующие фазы сильного одностороннего нажима, благодаря обильному развитию в них чешуйчатых минералов, они легко были превращены в совершенные серицитовые и хлоритовые сланцы.

Процессы минерализации этой стадии прерываются наступившей фазой сжатия, при которой все существующие трещинные зоны закрываются и тем самым на время задерживают циркуляцию растворов. В этот период в магматическом очаге происходит дифференцирование растворов, и в последующие моменты, когда сжатие сменяется растяжением, при заметно изменившихся физико химических условиях, в более высоких горизонтах трещин начинает отлагаться значительная масса барита, всегда сопровождаемого обильным появлением сфалерита, отложения которого, повидимому, достигали максимума именно в эту стадию минерализации. Такие существенно барито-сфалеритовые руды чаще всего слагают собой верхние горизонты м-ний. Но иногда они появляются в виде отдельных полосок, линзочек и даже линз (как например, в Урском м-нии) среди существенно пиритовых образований. Повидимому, двигавшиеся растворы шли не только по старым-уже заполненным отложениями первой стадии путям, производя при этом соответствующие метасоматические замещения, но и по новым, наиболее доступным путям в виде трещин, образовавшихся в сформированных к этому времени участках руды. Микроскоп показывает, что состав этих линзочек, проникающих в существенно пиритовую массу, не только определяется наличием сфалерита, но с ним везде ассоциирует и галенит, а также незначительное количество халькопирита с теннантитом. По всей вероятности, в эту стадию, наряду со сфалеритом, происходит отложение и главной массы галенита и незначительного количества других сульфидов. Пирит продолжает отлагаться и здесь, хотя количественное его соотношение с другими находящимися здесь сульфидами не велико. Сфалерит очень часто усиленно разъедает зерна пирита, образуя типичные скелетные структуры и подчеркивая тем самым более раннее выделение последнего. Параллельно с пиритом в эту стадию отлагается и серицит, который, как это видно в прозрачных шлифах, сечет своими листочками зерна сфалерита или же обволакивает их в виде каемок.

В эту же стадию продолжается отложение значительного количества кварца и связанных с ним халькопирита и теннантита, которые в массе своей концентрируются в более низких горизонтах, нежели барит.

Наконец, в период вновь наступившей фазы сжатия и последующего растяжения, постепенно падающая температура приводит к заметному изменению характера гидротермальных растворов, которые в противоположность предыдущей стадии обогащаются угольной кислотой, зафиксировавшей свое появление в виде различного рода карбонатов. Отложения кварца в эту стадию незначительны. Помимо рудных тел, он вместе с карбонатами дает ряд различных кварцево-карбонатовых жил в лежачем боку м-ний. Данная стадия чрезвычайно бедна сульфидами, а может быть даже совсем является пустой. Если мы и встречаем в кварцево-карбонатовых рудах и жилах сульфиды, то их появление, повидимому, связано или с кварцем, который, как

*) Богданович, К. Рудные м-ния т. II, стр. 120-122. Обручев, В. А.-„Рудные м-ния - часть описательная", стр. 300-301.

указывалось, в небольшом количестве отлагается в первые моменты этой стадии, или обязано процессам растворения и переотложения руд предыдущих стадий отложения.

Повидимому, завершающим моментом первой эпохи оруденения является образование карбонато-флюоритовых жил, которые не несут в себе никаких признаков сульфидов и лишний раз подчеркивают, что карбонатовая стадия, по крайней мере в самые последние ее моменты, была безрудной.

Вторая эпоха минерализации находится в связи с появлением даек диабазов, которые секут вмещающие их сланцы и также рудные тела. Оруденение, связанное с этой эпохой, вообще говоря, очень слабо выражено и характеризуется отложением пирита, теннантита, халькопирита и сфалерита. Преобладающим минералом является пирит, который зачастую в дайках дибазов и во вмещающих породах образует довольно крупные кристаллы (до 1,5-2 см). Все остальные сульфиды фиксируются в кварцево-карбонатовых жилах, секущих диабазовые тела, в весьма незначительном количестве. Сфалерит же встречен всего в нескольких зернах.

Наложение этой эпохи на предыдущую, повидимому, оказало не малое влияние на нормальную последовательность наблюдаемого нами порядка выделения минералов. Этим, очевидно, в значительной мере и об'ясняются некоторые характерные структурные особенности. Так, например, при определении порядка выделения отдельных минералов часто приходится сталкиваться с таким явлением, когда решение вопроса может быть двояким. В частности, рассматривая взаимоотношения теннантита с халькопиритом, можно наблюдать или жилковатость и каемки халькопирита в зернах теннантита, или-наоборот. На основании этих критериев в одних шлифах получается, что халькопирит более поздний минерал, в других же он оказывается более ранним. Аналогичные же соотношения можно видеть и в взаимоотношениях пирита с цинковой обманкой. Между прочим, во вторую эпоху минерализации, повидимому, отлагалось большое количество пирита, который в массе своей концентрировался в лежачем боку рудных тел и во вмещающих породах. И поскольку во время импрeньяции его как в первую, так и во вторую фазу минерализации он выделялся в виде отдельных кристаллов, то, естественно, весьма трудно при наблюдениях отличить первый от второго. Единственным критерием разве может служить только то, что первый, претерпев вместе с вмещающими породами сильное одностороннее давление, часто является раздробленным, даже превращенным в линзочки, тогда как второй выглядит несколько свежее.

В общем, гипогенные процессы минералообразования при формировании рудных жил Салаирского м-ния были чрезвычайно сложными.

Вибрация одностороннего давления и соответствующая дифференциация рудных растворов при изменяющихся физико-химических условиях и обуславливали собой прерывистость процессов гидротермального минералообразования и различие его характера с глубиной. Нет сомнения, что при формировании рудных тел было несколько фаз раздробления, каждая из которых предшествовала последующей стадии минерализации. И, естественно, раздробленные участки руды, отложенной в более раннюю стадию, были наиболее доступными путями для последующих эманационных струй, которые особенно интенсивно замещали эти нарушенные зоны, затушевывая тем самым картину последовательности фаз раздробления. Вот почему при наблюдениях нам не удается вскрыть резко бросающихся в глаза деформационных несогласий между отдельными стадиями минерализации. И только в редких случаях, особенно там, где среди минерального комплекса руд ранней стадии появляется новая ассоциация минералов в виде линзочек и полосок, только там это явление с несомненностью подчеркивается.

Выделяемые нами стадии минерализации в период главной эпохи повидимому, неоднократно налагались друг на друга, и минералы более ранней стадии зачастую мы фиксируем среди минерального комплекса последующих стадий, в результате чего такие минералы, как пирит, протягиваются до конца металлогенической эпохи. Нередко также и барит выделяется после карбонатов. Не исключена при этом возможность того, что часть сульфидов, характерных для более ранних стадий минерализации, появляется позднее за счет растворения руд более низких горизонтов.

Значительно позже, после полного завершения цикла гипогенных процессов минерализации, благодаря эрозионной деятельности, м-ния выводятся на дневную поверхность и подвергаются интенсивным процессам выветривания. В результате длительного воздействия на первичные сульфидные руды атмосферных агентов появляется новый комплекс минеральных образований, относимый нами к супергенной эпохе минерализации. В пределах последней выделяются две стадии, соответственно характеризующие собой зону окисления и зону цементации. Минералами, наиболее часто встречающимися в зоне окисления, являются барит, кварц, лимонит, золото, серебро. Гораздо реже появляются карбонаты в виде малахита, азурита, церуссита и смитсонита. Характерными минералами для зоны цементации, которая, вообще говоря слабо выражена, являются халькозин и ковеллин.

Процессы вторичных изменений сульфидных залежей Салаира были, повидимому, также сложными и в каждом отдельном случае, в зависимости от состава и структуры первичных руд, давали соответственно и различный характер зоны окисления, что особенно резко подчеркивается характером „железной шляпы", находящейся в выходах на поверхность отдельных м-ний. Правда, эрозионные процессы в большинстве случаев не сохранили нам этого типичного спутника сульфидных м-ний, но все же и по тем остаткам, которые кое-где уцелели, мы можем до некоторой степени судить об их характере и о происходивших в период их формирования явлениях.

Прежде всего, в тех м-ниях, где значительную роль в минеральном составе рудных тел играет серный колчедан, на выходах последнего мы имеем типичную массивную „железную шляпу". Примером могут служить некоторые м-ния Урского района („Линза 1", „Линза 2"). Вертикальный разрез этих м-ний довольно интересен и, несомненно, подчеркивает, что образование зоны окисления происходило в сухом тропическом климате, когда периодическое колебание уровня грунтовых вод способствовало обильной концентрации окислов железа на определенном горизонте, в общем совпадающем с „зоной просачивания" *).

Вертикальный разрез по м-нию „Линза 2" дает следующую картину. Начиная с самой поверхности залегает зона баритовых песков („баритовая сыпучка"), простирающаяся до глубины примерно 30-35 м. Железной шляпы здесь мы не находим, но, несомненно, она присутствовала, так как находящееся недалеко м-ние „Линза 1" сохранило остатки железной шляпы, непосредственно под которой начинается аналогичная же зона баритовых песков. Являясь результатом полного выщелачивания сернистых соединений металлов, тонко пронизывающих массу барита, „сыпучка" представляет из себя более или менее рыхлый аггрегат зерен барита, сцементированных окислами железа. В зависимости от количества последних она принимает то желтоватую, то буроватую, то, наконец, совершенно белую окраску. Эта зона значительно обогащена благородными металлами, главным образом, золотом и серебром. Химические анализы фиксируют до 1% содержание мышьяка. Содержание барита достигает до 90%.

*) Шнейдерхен.—Зоны окисления и цементации сульфидных рудных м-ний.—Вестник ГГРУ, № 7-8, стр. 60-66. 1930 г.

Ниже зоны баритовых песков находится зона колчеданного песка, которая, в свою очередь, сменяется зоной первичных руд с заметным наличием в них вторичных сульфидов. Колчеданный песок представляется довольно рыхлым, слабо сцементированным и состоит, главным образом, из зерен барита и пирита. Медь и цинк-содержащие сульфиды выщелочены полностью. Лишь изредка попадается вторичный ковеллин в виде сажистых налетов.

Приведенный разрез указывает порядок событий, происходивших в связи с воздействием атмосферных агентов на рудные минералы. Повидимому, в первые моменты соприкосновения сульфидов м ния с вадозовыми водами происходит слабое окисление с поверхности отдельных зерен минералов. Но и этого было уже достаточно для того, чтобы нарушить тесную их связь и привести в более или менее рыхлое состояние. Естественно, увеличение поверхности контакта сульфидов с притекающими растворами приводит к тому, что вся масса этих сульфидов под влиянием все обогащающихся серной кислотой растворов переходит в соответствующие сульфаты. Пирит, как известно, вначале превращается в растворимый сульфат закиси железа — $FeSO_4$, а затем быстро переходит в сернокислую соль окиси железа — $Fe_2(SO_4)_3$, обладающую способностью к быстрому гидролизу в присутствии сильных нейтрализаторов. Отсутствие последних вблизи наших м-ний дает возможность образующимся здесь растворам мигрировать на значительное расстояние до тех пор, пока кислотность этих растворов не будет нейтрализована. В результате происходящих здесь реакций выпадает наиболее стойкое соединение железа в виде гидрата окиси, скопления которого и образуют „железную шляпу".

Аналогичная картина происходит с ZnS и PbS, находящимися в м-нии в незначительном количестве, с тою лишь разницей, что они подвергаются этому процессу первыми, *) вследствие более легкой их растворимости. Но остается пока не решенным вопрос—куда уносились образовавшиеся здесь сульфаты цинка и свинца. По всей вероятности, эти соединения, не встречая на своем пути восстанавливающей среды, рассеивались среди сильно трещиноватых боковых пород. На м-нии „Линза 2" это тем более вероятно и потому, что первичные цинковые руды приурочены к контактам рудного тела, и, естественно, переходя в раствор самыми первыми, свинцовые и цинковые соединения вынуждены были двигаться вдоль этого контакта и, несомненно, терялись в рассланцованных серицитовых сланцах Возможно, что незначительная часть цинка и свинца концентрировалась в виде кислородных солей в зоне окисления, чему, может быть, способствовало наличие в рудах первичных карбонатов. Но последующие процессы окисления ассоциирующего с свинцово-цинковыми сульфидами пирита приводили к образованию сульфата окиси железа — $Fe_2(SO_4)_3$, который сразу же вступал в реакцию с $PbCO_3$ и $ZnCO_3$ по следующей формуле:

$$3ZnCO_3 + Fe_2(SO_4)_3 + 6H_2O = 3ZnSO_4 + 2Fe(OH)_3 + 3H_2O + 3CO_2$$
$$4Fe(OH)_3 = 2Fe_2O_3\,3H_2O + 3H_2O$$

В результате этих реакций происходило образование лимонита и $ZnSO_4$. Последний, как известно, весьма легко растворяется и мог быть унесен с грунтовыми водами. Труднее решается вопрос с $PbSO_4$, который по ходу этих реакций выпадает из растворов в виде стойкого соединения. Но во всяком случае, отсутствие в зоне окисления свинцовых соединений свидетельствует о том, что происходившие здесь процессы были, повидимому, гораздо

*) Баженов, И. К. — „Выхода сульфидных м-ний". Минеральное сырье и его переработка, № 11—12, 1928 г. стр. 782—798.

сложнее, нежели мы их себе представляем. Нет сомнения, что при этом значительную роль сыграло последующее, довольно резкое понижение уровня грунтовых вод, приведшее к полному выщелачиванию металлических соединений и образованию баритовых песков („сыпучки").

Повидимому, несколько иной ход реакций происходил в месторождениях, где в составе руд существенную роль играет не пирит, а сфалерит. Однако, конечный их результат был один и тот же, так как и в них в выходах на поверхность образовывалась „железная шляпа". Правда, м-ния этого типа, к которому нужно отнесто Салаирскую группу м-ний, отличаются от группы Урских м-ний по общему характеру зоны окисления. Прежде всего, ни в одном из них мы не встречаем здесь „баритовой сыпучки„, а также „зоны колчеданного песка", несмотря на то, что во всех м-ниях верхние горизонты рудных тел сложены баритом. Об'яснение этому, повидимому, нужно искать в количественных соотношениях жильных минералов и пронизывающих их сульфидов. Ясно, что при процессах полного выщелачивания сульфидов, в высокой степени рассеянных среди плотной массы барита, не может быть создано условий для разрушения последнего, так как образующиеся при этом пустоты чаще всего не сообщаются между собою, а отделены довольно прочными перегородками. В результате получаются разнообразные ячеистые образования, но не образуется „сыпучки". Такие выщелоченные пористые образования довольно часто встречаются в выходах на поверхность многих м-ний Салаира. И, конечно, они свидетельствуют о том, что залегающие на глубине рудные тела сравнительно бедны сульфидами, не говоря о характере последних.

Несколько отличной является и „железная шляпа" описанных м-ний. Вследствие особенно подчеркнутой здесь полосчатости первичных руд и „железная шляпа" принимает соответственный вид *). В ней, равно как и в выщелоченных выходах концентрируются металлические соединения лишь в виде серебра и золота. Количество первого достигает иногда значительной величины, что в свое время и послужило предметом разработки зоны окисления этих м-ний, как богатых серебряных руд. Что касается цинка и свинца, то их наличие в зоне окисления фиксируется лишь в сотых долях процента, а нередко просто следы или полное отсутствие. Такова же судьба и меди. Карбонаты меди в зоне окисления встречаются чрезвычайно редко. Ее мы не видим и в виде вторичных сульфидов, так как зона цементации, как таковая, в м-ниях Салаира представлена очень слабо.

Вот в таком именно виде я и хотел бы представить картину событий, происходивших в период формирования и последующего изменения м-ний Салаира. Моя попытка сообщить некоторый фактический материал не претендует на полное решение всех вопросов. Наоборот, в связи с проработкой данной темы возник ряд новых вопросов, разрешение которых требует дополнительных и систематических наблюдений. В частности, вопросы генезиса текстур рудных образований, проблема исчезновения Zn и Pb, распределение отдельных элементов по вертикали и в горизонтальном направлении, изучение выходов рудных тел и увязка их с составом последних — все эти вопросы, по существу представляющие отдельные самостоятельные темы, я осветить здесь мог лишь постольку, насколько давали возможность это сделать фактический материал и краткие полевые наблюдения.

---

*) Более подробно типы „железных шляп" мною описаны в статье „К методике поисков полиметаллических руд Салаира". Вестник ЗСГРТ, № 5, 1933 г.

SUMMARY.

This paper deals with the result of the mineralogical study of the Salayr polymetallic deposits, West Siberia.

The Salayr deposits are associated with the outcrops of metamorphic series, which has been traced for over 3 sq. km. among the Cambrian limestones in the form of an ellipse elongated in north-western direction. The metamorphic rocks are presented by quartz porphyries and partly by porphyrites both changed into porphyroids, quartz sericite and chlorite schists. The porphyrites occur only in hanging wall of the II Salayr ore body.

Injecting this series of the metamorphic rocks as well as the ore bodies are the diabase dykes of different thickness and varying strike.

The Ursk group of the polymetallic deposits is situated among the metamorphic rocks of similar composition.

The most part of the Salayr ore bodies is characterized by a lens-like form; stock-shapped forms as well as veins occur rarely. The deposits are usually elongated in north-north-west direction, following the predominant strike of the schistosity of rocks; the ore bodies and enclosing rocks dip toward south-west, but the dip angle of the schist-planes being usually 70—80° whereas that of the ore bodies does not exceed 50°. Only in the contact the schist planes are subordinated to the elements of the ore bodies, suggesting the later origin of the schistosity.

The ore bodies were suffered extensive later dislocations and contain some inclusions of quartz sericite layers confined usually to the fissures of dislocations.

The ores of the Salayr deposits may be classified in 1) „compact ore" and 2) „disseminated ore" (fig. 12). To the first type are related the ore bodies themselves, to the second one the zones of impregnation. The ores are characterized by the finegrained structure and represent a very confusing complex of different minerals exhibiting frequently a banded texture (fig. 29, 30), resulting from the very complicated process of ore-body formation.

The generalized paragenesis of mineralization of the primary zone determined by field and microscopical study, is as follows, commencing with the oldest: pyrite, sphalerite, tennantite, chalcopyrite, and galenite; sphalerite dominates giving the ore of a dark colour. The order of crystallization may be seen on fig. 1, 3, 4, and 6, where crumbled and skeleton structures of replacement are shown also. In the deposit „Lens 2", Ursk district, pyrite prevails; other sulphides are rare; besides, there occur some new sulphides as arsenopyrite and bornite.

The Zone of cementation of all deposits has been but little expressed; the secondary sulphides are generally presented by covellite and chalcocite.

The chief gangue mineral are barite, quartz, sericite, chlorite, and carbonates. Barite is by far the most abundant gangue mineral in the upper horizons whereas carbonates and quartz occur mainly in the deeper zones. Carbonates compose also many quartz-carbonate veins usually in the foot wall of ore body. Besides, quartz has taken part in the process of the alteration of the enclosing rocks, giving considerable masses of secondary quartzites.

In the zone of oxydation, besides the gangue minerals, aurum, argentum and limonites occur (fig. 8); limonite accumulations form typical „iron cap". Malachite, azurite, cerussite, and smithsonite are very rare.

There is abundant evidence to indicate that the development of the schistosity was later than the mineralization: 1) the schistosity is conformed to the ore bodies and 2) the disconformity takes place between the dipping of ore bodies and schist-planes.

Besides, the microscope frequently shows the flows of the schistosity, surrounding the pyrite grains (fig. 13 and 14), the breaking up of these grains, and even a greasing of them over the schist-planes; sphalerite shows similar deformations.

Taking into consideration the age of the schistosity as well as the absence of intrusive masses nearby the deposits it may be inferred not only local but also genetic relation between the mineralization and the injection of the quartz porphyries. This injection into Cambrian (Cm_{1-2}) limestones took place, probably, in Cm_2—time and appears to have been followed by a period of post-volcanic processes: the emanations penetrated upward along the fissures into the upper horizons of volcanic necks and produced the propilization of enclosing rocks and the formation of ore bodies. The order of the mineralization is given on the table I and II.

The first epoch of the mineralization embraces the formation of ore bodies and corresponding alteration of the enclosing rocks. The earliest stage of this epoch is characterized by the abundant pyritization, sericitization, and chloritization of country rocks as well as by the enforced processes of the silicification; somewhere („Lens 2") the deposition of the arsenic pyrite took place.

The mineralization of the first stage was interrupted by a phase of compression: all the fissures were closed and the circulation of solutions ceased. During this phase the differentiation of the solutions appears to have taken place within the magmatic hearth. Beginning the subsequent time of a tension, barite has been deposited in the upper horizons of the fissures, accompanied by sphalerite. Contemporaneously there took place the deposition of main mass of galenite and some other sulphides. Pyrite, sericite as well as quartz and chalcopyrite and tennantite, connected with it, continue to deposit, accumulating on the deeper horizons than barite.

With the subsequent alternating phases of compression and tension, the gradually decreasing temperature has led to the sensible enrichment of the solutions with carbon dioxide producing different carbonates. During this stage the deposition of quartz and sulphides was negligible. Toward the end of this phase and the first epoch of the mineralization, fluorite has been deposited.

The second epoch of the mineralization took place after the intensive schistosity had practically ceased and was connected with injection of diabase dykes. The mineralization reveals but slightly and consists of pyrite with subordinate amounts of chalcopyrite, tennantite, and sphalerite (?).

In general, the hypogene processes of the formation of the Salayr ore bodies were very complicated. The vibration of tectonic movements and corresponding differentiation of the orebearing solutions were responsible for the brokeness of the hydrotermal processes and have produced the banded textures of ore. No doubt, during the time of the ore formation several phases of shearing occurred, each phase being followed by a new stage of the mineralization. Of course, the sheared portions of the ore were very intensively replaced by the new portions of solutions forming the above mentioned textures. These textures have been emphasized—at last in the less competent portions—with the subsequent phases of the general schistosity of the quartz porphyries, enclosing the ore bodies.

Much later, after the end of the cycle of hypogene mineralization, the deposits have been outcropped and intensively weathered giving a new mineral complex of supergene epoch of the mineralization. The processes of the secondary alteration, depending on the composition and textures of the primary ore bodies, gave zone of oxidation varying in character, and represented by different types of the „iron cap" now being in varying stages of denudation. In particular, on the deposit „2-nd Lens" occurs a zone of the leaching represented by the barite sand containing gold.

Об'яснение фигур.

Все представленные здесь рисунки (Фиг. 1—14) являются точной копией микрофотографий. Увеличение в 35—40 раз для всех фигур, кроме №№ 19 и 20.

Фиг. 1. Эвгедральные формы пирита и взаимсотношения его с галенитом и сфалеритом: а—пирит, б—сфалерит, в—галенит, г—жильный минерал.

Фиг. 2. Корродирование граней кристаллов пирита сфалеритом: а—пирит, б—сфалерит, в—жильный минерал.

Фиг. 3. Скелетные формы пирита (а), образующиеся при интенсивном замещении его сфалеритом (б).

Фиг. 4. Замещение сфалерита теннантитом с образованием раскрашенной структуры: а—сфалерит, б—теннантит, в—пирит, г—жильный минерал.

Фиг. 5. Жилки и каемки „неизвестного минерала", появляющегося в сфалерите: а—„неизвестный минерал", б—сфалерит. г—жильный минерал.

Фиг. 6. Замещение теннантита халькопиритом с образованием раскрошенной структуры: а—теннантит, б—халькопирит, в—пирит, г—жильный минерал.

Фиг. 7. Замещение халькопирита теннантитом, который образует каемки вокруг зерен халькопирита, а иногда проникает в него тонкими жилочками: а—халькопирит, б—теннантит, в—жильный минерал.

Фиг. 8. Лимонит зоны окисления, появляющийся в виде двух компонентов, из которых один близок к гетиту, а второй по своим свойствам отвечает игольчатой железной руде: а—гетит, б—игольчатая железная руда, в—жильный минерал.

Фиг. 9. Кристаллы барита, порфиробластически развивающиеся в массе карбоната: а—барит. б—кальцит, в—рудный минерал; в проходящем свете.

Фиг. 10. Жилка серицита, секущая сфалерит и барит: а—сфалерит, б—барит, в—теннантит, г—пирит, д—серицит, и—галенит; в проходящем свете.

Фиг. 11. Кристаллы арсенопирита, находящиеся в ассоциации с галенитом и сфалеритом: а—арсенопирит, б—сфалерит. в—галенит, г—пирит, д—жильный минерал.

Фиг. 12. Характер „вкрапленных руд": а—пирит. б—сфалерит в—жильный минерал.

Фиг. 13. Обтекание сланцеватостью кристаллов пирита с наросшими на его гранях венчиками кварца: а—пирит, б—кварц, в—сфалерит, г—кальцит, д—основная масса породы, состоящая из тонкого аггрегата зерен кварца и листочков серицита; в проходящем свете.

Фиг. 14. Обтекание сланцеватостью фенокристов кварца (а) и зерен пирита (б); в проходящем свете.

Фиг. 15. Обрастание зерен пирита (черное) венчиками кварца (белое) с заметным изгибанием призмочек последнего: в проходящем свете при × николях.

Фиг. 16. Сложная двойниковая структура сростания сфалерита (серые зерна с двойниковой штриховкой) после травления его перманганатом калия. Промежутки между зернами сфалерита выполнены галенитом (белое).

Фиг. 17. Структура галенита после травления азотной кислотой. Серое—сфалерит белое—отдельные мелкие зерна галенита слабо затронутые азотной кислотой; темносерое—жильный минерал.

Фиг. 18. Петельчатая структура лимонита: белое—лимонит, темное—жильный минерал.

Фиг. 19. Полосчатая руда с чередованием полосок, состоящих из пирита, халькопирита и теннантита (серые полоски), с полосками, состоящими из сфалерита, галенита и арсенопирита (черные). Белые линзочки и полоски представлены жильным минералом. Пришлированная поверхность.

Рис. 20. Полосчатая руда с чередованием полосок, состоящих из пирита и халькопирита (серое), и полосок, состоящих из сфалетита, галенита и блеклой руды (черное). Белые пятна представлены баритом. Пришлифованная поверхность образец снят в натуральную величину.

Фиг. 21. Обрастание кристаллов пирита (черное) венчиками кварца (белое); в проходящем свете при × николях.

Фиг. 22. Деформация зерен сфалерита (черное), находящихся в массе серицита (серое); в проходящем свете при × николях.