

соотношения между малахитом и смитсонитом (Заводинское месторождение), тогда как для месторождений Тинтинк и Офир (штат Юта) в литературе отмечается более позднее выделение малахита в сравнении со смитсонитом.

Для некоторых месторождений Средней Азии П. П. Пилипенко отметил более позднее выделение малахита в сравнении с ярозитом, хризокolloй, арсенатами меди, церусситом и лимонитом. Он указал также на замещение малахитом атакамита (Зыряновское месторождение).

Псевдоморфозы малахита по атакамитам описаны Н. И. Кокшаровым (1872). Известная распространенность процессов замещения атакамита малахитом подчеркивается существованием в литературе по минералогии термина атлазит, применяемого для обозначения механических смесей малахита и атакамита.

Суммируя изложенные выше данные, можно сделать вывод, что малахит в главной массе выделяется в относительно ранние стадии выветривания. Азурит выделяется позже раннего малахита, но, в свою очередь, замещается поздним малахитом.

Хризокolloла выделяется позже малахита ранней генерации и часто замещает его, но частично она отлагается раньше малахита поздней генерации. Кварц, халцедон и цианотрихит обычно отлагаются после малахита ранней генерации. Несомненно также более позднее отложение, в сравнении с ранним малахитом, вульфенита, каламина, кальцита, миметезита и церуссита поздней генерации. Куприт и самородная медь всегда являются более ранними, чем малахит. Брошантит, смитсонит, медная смоляная руда, псиломелан-вад и элит обнаруживают переменные соотношения с малахитом.

ЛИТЕРАТУРА

- Н. И. Кокшаров. О ложных кристаллах малахита Турьянских медных рудников Богословского округа на Урале. Зап. Минерал. общ., ч. 7, стр. 311—315, 1872.
 П. П. Пилипенко. К минералогии Алексеевского рудника Минусинского уезда. Сб. в честь 25-летия научной деятельности В. И. Вернадского, стр. 189, 1914.

Ф. В. ЧУХРОВ

ПИРОМОРФИТ В СТЕПНОЙ ЧАСТИ КАЗАХСТАНА

Пироморфит установлен нами в следующих месторождениях степной части Казахстана: Бесъчоку, Степняк, Майкаин, Самомбет и в Шайтантасской группе жил. Согласно Л. Л. Солодовниковой, пироморфит встречается также в рудах зоны окисления Генерал-Колпаковского месторождения. В месторождениях Бесъчоку наблюдается собственно пироморфит и полисферит. Последний, по сравнению с собственно пироморфитом, является более ранним. Как правило, полисферит наблюдается в виде бугорчатых колломорфных корочек и отдельных полусферических бугорков; толщина тех и других — до 1—2 мм. Внутреннее строение корочек и бугорков от сплошного до лучистого, частью концентрически-слоистое. Поверхность несколько шероховатая с выступами кристалликов. Окраска в изломе сероватая или серовато-белая, с поверхности — светлосерая.

На выделениях полисферита нередко можно видеть корочки кристалликов собственно пироморфита.

Результаты анализа полисферита из Бесъчоку приводятся в табл. 1. (аналитик — В. М. Сендерова).

Таблица 1

Химический состав полисферита

Компоненты	Данные анализа (в %)
CaO	9,10
MgO	Следы
PbO	66,68
Fe ₂ O ₃	Следы
Al ₂ O ₃	0,16
P ₂ O ₅	20,05
As ₂ O ₅	0,61
Cl	2,91
SO ₃	0,00
H ₂ O ⁺	0,47
H ₂ O ⁻	0,09
Сумма	100,07
— O = Cl ₂	0,65
Сумма	99,42

Собственно пироморфит наблюдается в виде двух разновидностей — сероватой и травяно-зеленой, — которые представлены корочками удлиненных или укороченных гексагонально-призматических кристалликов и их сростков. Величина отдельных кристалликов обычно небольшая, редко достигает 5 мм. Концы их часто закруглены и нередко расщеплены. Изредка наблюдается пинакоид.

В сравнении с полисферитом обе разновидности собственно пироморфита являются более поздними и представлены менее концентрированными выделениями. Сероватый пироморфит частью переходит в белый и почти бесцветный. Характерно, что по сравнению с травяно-зеленым пироморфитом он является более ранним и представлен более концентрированными выделениями. Травяно-зеленый пироморфит местами переходит в изумрудно-зеленый и желто-зеленый.

Как показывают приведенные данные, на месторождении Бесъчоку выдерживается последовательность: полисферит — сероватый и белый пироморфит — травяно-зеленый пироморфит. В этом ряду более поздние разновидности представлены менее концентрированными выделениями. Выделения пироморфита и полисферита частью располагаются на псиломелане, ваде и стильносидерите; на пироморфите наблюдаются малахит, халцедон, кварц.

В месторождении Степняк пироморфит обнаружен нами в кварцевой жиле. В сравнении с другими гипергенными минералами свинца, пиромор-

фит дает наибольшие скопления. Он образует выделения в трещинах кварца, нередко в штуфах с галенитом, но всегда на некотором расстоянии от последнего; в тесной ассоциации эти минералы не наблюдались.

Главная масса пироморфита представлена удлиненными (до 1 см при толщине 1 мм) темнозелеными кристаллами и их агрегатами, частично лучистыми. Кристаллы располагаются на кварце, стильносидерите и охристом буром железняке. Поверхность стильносидерита, подстилающего темнозеленый пироморфит, часто неровная, как бы изъеденная. Между стильносидеритом и пироморфитом наблюдаются ржаво-бурые пленки. Кристаллы пироморфита чаще прикреплены к основанию не концами, а плоскостями призмы. Хорошо образованные кристаллы редки.

Господствующая форма — гексагональная призма, преимущественное развитие которой обуславливает столбчатый вид кристаллов. В некоторых экземплярах ясно распознается гексагональная дипирамида, имеющая, однако, незначительное развитие. Пинакоид встречен лишь на отдельных кристаллах, для которых характерно и наличие граней дипирамиды.

Верхушки многих кристаллов заострены. Некоторые кристаллы имеют слабо расщепленные зубчатые головки, а другие характеризуются расщеплением головок на отдельные тонкие кристаллики, параллельные между собой, причем те из них, которые находятся ближе к середине основного кристалла, имеют большую длину. Поверхность граней кристаллов частью матовая (вследствие растворения), частью блестящая. Наряду с кристаллами пироморфит образует и сплошные выполнения трещинок в кварце.

Помимо охарактеризованного выше темнозеленого пироморфита, в значительно меньших количествах встречается более поздний желто-зеленый пироморфит, образующий удлиненные кристаллики, величина которых составляет доли миллиметра. Кристаллики иногда образуют лучистые сростки. Основанием для них служат кварц, стильносидерит и местами церуссит ранней генерации. В последнем пироморфит частично выполняет трещинки и инкрустирует полости. В штуфном парагенезисе с поздним пироморфитом установлен также ярозит. Спектроскопически в темнозеленом пироморфите обнаружены ванадий (сильные линии) и мышьяк (слабые линии).

Количественное определение брома и иода, выполненное Л. С. Селивановым, дало следующие результаты:

$$\text{Br} — 5,2 \cdot 10^{-4}\%; \quad \text{J} — n,4 \cdot 10^{-4}\%.$$

В **М а й к а и н е** пироморфит установлен в единичных штуфах из кварцевой жилы, вскрытой в 1937 г. Выделения минерала имеют вид отдельных кристалликов, величина которых не превышает 5 мм. Кристаллы у концов закруглены и частью обнаруживают признаки расщепления. Окраска пироморфита желто-зеленая.

В **С а м о м б е т е** пироморфит установлен на меднорудном участке в виде корочек гексагонально-призматических кристаллов на роговике. Окраска — от желто-зеленой до бледной яблочно-зеленой. Концы кристаллов несколько закругленные, конусообразные. Нередко у концов монокристаллы расщепляются на ряд неделимых. Длина кристаллов — до 1 мм, толщина их обычно в 2—3 раза меньше длины. На пироморфите изредка наблюдаются выделения кальцита и халцедона.

В **Ш а й т а н т а с с к о й** г р у п п е жил (Джезказгано-Улутавский район) пироморфит обнаружен в единичных образцах из Крокотовой жилы (жила № 12). Выделения пироморфита наблюдаются в трещинах

кварца в виде агрегатов тонких игольчатых кристалликов или в виде единичных кристаллов, имеющих удлиненнопризматическую, реже — толстотаблитчатую форму. Окраска пироморфита преимущественно желто-зеленая, реже — зеленая или зелено-желтая. Частично пироморфит выделяется на бурой стеклянной голове. В отдельных образцах прослеживается замещение пироморфитом крокоита.

Из литературных данных и наших личных наблюдений следует, что пироморфит принадлежит к относительно поздним минералам зоны окисления. В начальные стадии ее развития он обычно не образуется. Образование псевдоморфоз пироморфита по галениту, вероятно, происходит через стадию церуссита. Псевдоморфозы галенита по пироморфиту крайне редки и возникают в специфических условиях. Источником фосфора, необходимого для образования пироморфита, являются боковые породы. Наличие в зоне окисления повышенных количеств пироморфита указывает на отсутствие арсенопирита в первичных рудах, так как в последнем случае свинец в главной массе был бы связан в виде бедантита или миметезита.