

ОБ УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ УМОХОИТА В УРАНО-МОЛИБДЕНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ СССР

К. В. СКВОРЦОВА, Е. В. КОПЧЕНОВА, Н. И. СИЛАНТЬЕВА
Г. А. СИДОРЕНКО, А. Д. ДАРА

Приведены данные о переотложении урана и молибдена в приповерхностных частях урано-молибденовых месторождений. Описаны ассоциации возникающих при этом минеральных новообразований. Наиболее детально охарактеризован редкий урано-молибдат-умохоит, обнаруженный в одном из урано-молибденовых месторождений СССР. Высказывается предположение об образовании умохоита в результате переотложения урана и молибдена щелочными растворами в гипогенных условиях.

За последние годы в результате работ различных исследователей в СССР и за рубежом были изучены и описаны урано-молибденовые месторождения, отличающиеся значительным своеобразием парагенетических ассоциаций минералов и их химического состава. Впервые проявление урано-молибденовой минерализации было описано Керром (Кегг, 1952, 1957) на месторождении Мерисвейл (штат Юта, США). Он установил парагенетическую ассоциацию настурана (урановой смолки) с иордизитом — колломорфным и рентгеноаморфным дисульфидом молибдена и описал новый урано-молибдат — умохоит. Позднее примеры совместного выделения колломорфных и тонкочешуйчатых молибденитов с настураном изучали Е. В. Копченова и К. В. Скворцова (1958), В. И. Рехарский (1959), А. И. Тишкин и др. (1959).

Результаты работ перечисленных исследователей послужили основанием для выделения урано-молибденовой формации при классификации Н. А. Хрущовым (1959) молибденовых месторождений, среди которых эта формация была отнесена им к наиболее низкотемпературным и близповерхностным образованиям. Для проявлений урано-молибденовой формации характерны следующие геолого-структурные и минералого-геохимические особенности:

- 1) преимущественное развитие в металлогенических провинциях с преобладающим распространением молибденовых, полиметаллических и медных месторождений;
- 2) проявление в завершающие стадии тектоно-магматических циклов, позднее наиболее молодых по возрасту интрузивных образований — порфиритов, аляскитовых гранитов и др.;
- 3) приуроченность к зонам дорудных гидротермально-измененных пород разнообразного состава (гранитоидов, кислых эффузивов и связанных с ними субвулканических пород, порфиритов, альбитофиоров, углисто-кремнистых сланцев, кристаллических сланцев и др.);
- 4) активное взаимодействие рудоносных растворов с вмещающими породами, определяющее в значительной степени соотношения рудных и нерудных компонентов; так, например, в породах кислого состава (гранитоидах, кислых эффузивах) преобладание ассоциаций урановых и молибденовых минералов с кварцем или халцедоном, серицитом, гидрослюдами, иногда аллофаном; в порфиритах — с карбонатами и хлоритами; в углисто-кремнистых сланцах, содержащих линзы пирита, — с кварцем и пиритом и т. д.;

5) выделение барита преимущественно в дорудную стадию минерализации, а карбонатов и флюорита — в рудную и особенно в послерудные стадии;

6) относительно однообразный состав рудных минералов во всех известных месторождениях урано-молибденовой формации, представленных (в порядке примерной последовательности выделения) пиритом, арсенопиритом, настураном и иордзитом или тонкочешуйчатым молибденитом, сфалеритом с галенитом, халькопиритом, иногда блеклой рудой, аргентитом и др.;

7) особенно тесная парагенетическая ассоциация настурана с иордзитом или молибденитом, выделявшимися одновременно или почти одновременно;

8) зависимость интенсивности окolorудного покраснения, обычного для урановых месторождений, от количественных соотношений настурана с молибденитом и другими сульфидами в составе руд; при преобладании сульфидов — заметное ослабление интенсивности покраснения до полного исчезновения;

9) почти постоянное присутствие в составе руд мышьяка, таллия, иногда никеля, селена, рения и ртути и преимущественная связь этих элементов примесей с сульфидами железа и молибдена.

Из сказанного следует, что по геолого-структурным условиям локализации оруденения, по составу нерудных минералов и их соотношениям с рудными минералами проявления урано-молибденовой минерализации почти не отличаются от других урановых месторождений, содержащих сульфиды. Характерно, что даже сопоставление свойств и состава настуранов не показывает какого-либо резкого отклонения, за исключением некоторого изменения состава элементов примесей (повышенные концентрации мышьяка, сурьмы, присутствие таллия). Наибольшее своеобразие урано-молибденовой формации проявляется в необычности состава и свойств большей части молибденовых минералов, образующихся как в зоне гипогенных, так и гипергенных руд. Многие из этих минералов установлены впервые и неизвестны в других молибденовых формациях.

Для зоны гипогенных руд характерны иордзит и образующийся преимущественно в результате его раскристаллизации тонкочешуйчатый молибденит (Corti, 1909; Staples, 1951; Kerr, 1952; Копченова, Скварцова, 1958, и др.). В приповерхностной части зоны гипогенных руд на границе с зоной гипергенеза известен умохоит (Kerr, Brophy, 1953, и др.) и иногда повеллит (Рехарский, 1959).

В зоне гипергенеза развиваются молуранит, значительно чаще иргинит (Эпштейн, 1959), кальциевый молибдат урана (Рудницкая, 1959), кузинит (Vaes, 1958), урансодержащий повеллит (Копченова и Скварцова, 1959), ильземанит (Schaller, 1907; Dittler, 1923, и др.), а также изучающиеся в настоящее время фиолетовые урано-молибдаты.

Не в каждом из проявлений урано-молибденовой минерализации присутствует весь комплекс перечисленных минералов. Условия их образования и взаимоотношения довольно сложны и не могут быть описаны в настоящей статье. Здесь следует лишь отметить, что наибольшее разнообразие молибденовых минералов возникает в случаях значительного преобладания содержания молибдена над ураном в составе руд. Кроме того, большое значение имеет форма проявления молибденовой минерализации. Аморфный иордзит отличается большей растворимостью и способностью к окислению, чем молибденит; поэтому присутствие его в составе руд приводит к возникновению различных минеральных новообразований. Крипточешуйчатый и тонкочешуйчатый молибденит, образовавшийся за счет раскристаллизации иордзита, также отличается заметно большей растворимостью по сравнению с обычными молибденидами; вследствие этого относительно легко возникают условия его пере-

отложения и миграции, что часто устанавливается в проявлениях урано-молибденовой формации. Миграцией урана и молибдена обусловлено образование настурана совместно с повеллитом в карбонатных прожилках или умохоита с пиритом в приповерхностных частях некоторых урано-молибденовых месторождений.

Один из примеров совместного выделения настурана и повеллита в зоне карбонатной минерализации настуран-молибденитового месторождения описан В. И. Рехарским, О. В. Крутецкой, и И. В. Дубровой, (1959). Они обнаружили пересечения участков развития настуран-молибденитовой минерализации кальцитовыми прожилками, содержащими



Фиг. 1. Радиально-лучистые скопления игольчатых кристаллов умохоита в фельзит-порфире. Увел. 14

небольшие количества марказита, галенита, сфалерита, настурана и повеллита. Скопления настурана и молибденита в этих участках имеют следы разъедания, а в кальците обнаруживаются шаровидные новообразования настурана и выделения повеллита, образующего с ними очень тесные прорастания.

Частичное окисление, растворение и переотложение молибденита и настурана в щелочных бикарбонатных растворах свидетельствует о проявлении близповерхностной низкотемпературной гидротермальной деятельности в конечную стадию образования описываемого настуран-молибденитового месторождения.

Образование умохоита в приповерхностных частях настуран-молибденитовых месторождений было описано Керром в рудах месторождения Мерисвейл, Колеманом и Эппльманом — на месторождении Лакки-Мак (Salem, Appelman, 1957) и изучено авторами настоящей статьи в одном из настуран-молибденитовых месторождений СССР. Единичные находки умохоита в количествах, недостаточных для точных определений, кроме рентгеноструктурных исследований, отмечались на месторождении Камерон в штате Аризона и на одном из месторождений СССР. О минерале, по некоторым свойствам сходном с умохоитом, упоминает Г. Ю. Эпштейн (1959).

Умохоит встречается очень редко и в малых количествах, поэтому описания его свойств разрозненны и неполны. Данные, полученные при изучении вновь обнаруженного умохоита в СССР, дополняют имеющиеся в литературе описания этого минерала.

Черные пластинчатые или игольчатые выделения минерала (фиг. 1) имеют стеклянный, иногда полуметаллический блеск, черную черту, совершенную спайность в направлении, параллельном удлинению кристаллов, и отличаются высокой хрупкостью. Твердость минерала, измеренная Е. К. Аксеновой и пересчитанная на единицы шкалы Мооса, колеблется от 2,0 до 2,5, что значительно превышает твердость умохоита месторождения Мерисвейл, составляющую около 1 (Кегг, 1957).

ТАБЛИЦА 1
Результаты химического анализа умохоита изучаемого месторождения

| Оксиды | Среднее значение в вес. % | |
|--------------------------------|---------------------------|------------|
| | Образец I | Образец II |
| UO ₂ | 5,10 | 3,71 |
| UO ₃ | 47,75 | 50,67 |
| MoO ₃ | 29,75 | 30,15 |
| +H ₂ O(t=850°) | 3,33 | 7,11 |
| -H ₂ O(t=110°) | 4,06 | |
| SiO ₂ | 8,83 | 2,49 |
| Al ₂ O ₃ | 1,39 | 0,81 |
| Fe ₂ O ₃ | 0,17 | 0,21 |
| CaO | 1,32 | 1,62 |
| MgO | 0,84 | 0,89 |
| K ₂ O | 0,47 | 0,29 |
| Na ₂ O | 3,03 | 3,06 |
| Сумма | 101,04 | 100,71 |

Удельный вес описываемого умохоита (определен М. И. Трофимовой по методу Васильевского) составляет 4,53 и близок к удельному весу умохоита месторождения Мерисвейл (определен на весах Бермана) — от 4,55 до 4,66.

Установить точный химический состав умохоита трудно вследствие невозможности: 1) выделения совершенно чистого минерала без примеси сопутствующих ему минералов и 2) получения результатов точного химического определения урана и молибдена в различных степенях окисления в сложной комбинации компонентов UO₂, UO₃, MoO₂, MoO₃ при постоянной примеси Fe.

Колеман высказывает предположение о присутствии в составе умохоита молибдена более низкой степени окисления вследствие ассоциации умохоита с гипогенными минералами. Об этом же, по-видимому, свидетельствует и темная, синевато-черная окраска минерала.

Результаты химического анализа двух образцов по возможности чисто выделенного умохоита (аналитик Н. Н. Кузнецова) приведены в табл. 1.

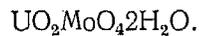
После исключения элементов-примесей и пересчета всего урана на UO₃, для сопоставления с анализом умохоита месторождения Мерисвейл (Кегг, 1957), получены соотношения основных компонентов в минерале (табл. 2).

ТАБЛИЦА 2
Сопоставление результатов химического анализа умохоита изучаемого месторождения и месторождения Мерисвейл

| Оксиды | Умохоит изучаемого месторождения | | | | Умохоит месторождения Мерисвейл (по Керру) в вес. % |
|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------|------------|-------------------------|---|
| | Образец I | | Образец II | | |
| | вес. % | молекулярные количества | вес. % | молекулярные количества | |
| UO ₃ | 59,11 | 207 | 59,44 | 208 | 57,65 |
| MoO ₃ | 32,75 | 227 | 32,82 | 228 | 28,23 |
| +H ₂ O | 8,14 | 452 | 7,74 | 430 | 14,00 |
| As ₂ O ₃ | — | — | — | — | 1,00 |

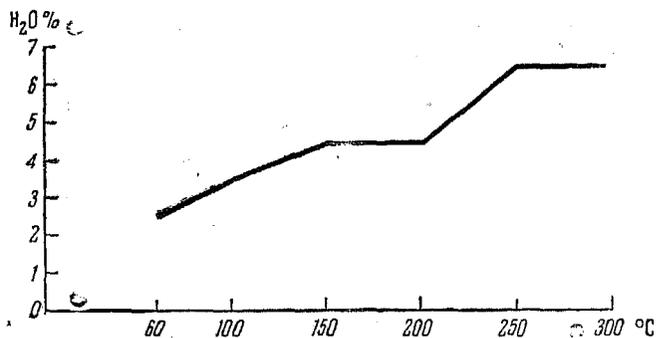
На основании приведенных данных Керр считает умохоит гидратированным молибдатом уранила: UO₂MoO₄·4H₂O. Сопоставление данных, полученных Керром, с анализами образцов I и II показывает, что изучаемый умохоит содержит меньшее количество воды и может быть при-

ближенно представлен следующим образом:



Существенной особенностью химического состава исследуемого умохоита является значительное содержание Na_2O ; оно превышает количество Na_2O , которое связано в алюмосиликатах, загрязняющих отобраный минерал (табл. 1). Спектральным анализом образцов I и II умохоита установлено также присутствие Tl, Cs, Pb.

В дополнение к химической характеристике минералов следует отметить, что умохоит растворяется в концентрированной соляной и азотной кислотах только при нагревании. После растворения в азотной кислоте выделяется желтовато-белый осадок молибденовой кислоты. В 20%-ной серной кислоте минерал растворяется только при нагревании, образуя ярко-синий раствор молибденовой сини. В Na_2CO_3 (20%), NH_4OH и KOH (10%) минерал не растворяется. При нагревании в растворе KOH зерна умохоита желтеют по краям.



Фиг. 2. Кривая обезвоживания умохоита (составлена К. С. Ершовой)

Оптические свойства умохоита в проходящем свете устанавливаются полностью вследствие слабой прозрачности его. Умохоит — минерал двусный. В проходящем свете для него характерен интенсивный плеохроизм — темно-синий по Ng, светло-синий и оливково-зеленый по Nm и



Фиг. 3. Термическая кривая умохоита (выполнена Т. В. Хромовой)

Np. Он имеет положительное удлинение и резко выраженную спайность, совпадающую с удлинением кристаллов; угасание косое с небольшими углами (не может быть точно замерено из-за малой прозрачности минерала); двупреломление высокое, часто маскируется естественным цветом минерала. Точное измерение показателей преломления невозможно из-за слабой прозрачности минерала. В наиболее просвечивающих кристаллах устанавливается $n_p = 1,718$ и n_m и $n > 1,780$.

По данным Колемана и Эппльмана (1957), умохоит имеет иную схему плеохроизма: Np — темно-синий, Nm — светло-синий, Ng — оливково-зеленый. Вычисленные показатели преломления минерала по данным тех же авторов $n_p = 1,66 \pm 0,01$; $n_m = 1,831 \pm 0,005$; $n_g = 1,915 \pm 0,005$. Изучение в отраженном свете показало, что минерал хорошо полируется; спайность, совпадающая с направлением удлинения кристаллов, отчетливо различается; часто отмечаются удлиненные треугольники выкрошивания.

В отраженном свете цвет минерала светло-серый, двуотражение отчетливое. Среднее значение отражательной способности в желтом свете (589 м μ) равно 10. Эффект анизотропии отчетливый, цветной, от темно-бурого до светло-бурого и сероватого.

Интересные данные получены при термических исследованиях умохита и сопоставлении их с рентгеновскими анализами. Кривая обезвоживания умохита, полученная методом нагревания в инфракрасном свете, приведена на фиг. 2. Кривая показывает, что главная часть воды, содержащейся в минерале, удаляется при нагревании до 250—300°. На фиг. 3 приведены результаты термического исследования умохита, которые послужили основой для изучения изменений, происходящих в структуре минерала при нагревании до температуры эндотермических эффектов (175, 350 и 650°), отмеченных кривой. Рентгеноструктурные исследования минерала, проведенные Г. А. Сидоренко и А. М. Дара, показали, что умохит, нагретый до 175°, дает дебаеграмму, свидетельствующую о сокращении межплоскостных расстояний, отвечающих серии отражений $h00$, по мере нагревания. Нагревание до 350° еще сокращает отмеченные межплоскостные расстояния, слабые и средние по интенсивности линии дебаеграммы исчезают, дифракционная картина беднеет. При прокаливании до 650° устанавливается сложная дифракционная картина, указывающая на образование новой кристаллической фазы. Характер изменений дифракционных картин при прокаливании умохита иллюстрируется табл. 3.

Детальные исследования и сопоставления структур умохитов различных месторождений, изученных Гамильтоном (1959), Ками (1959) и др., позволяют сделать вывод, что минерал встречается в разностях, различных по степени гидратации.

Закономерное уплотнение кристаллической решетки умохита в зависимости от степени гидратации отчетливо видно при сопоставлении столбиковых диаграмм умохитов Мерисвейл (Hamilton, Kerr, 1959) с диаграммами исследуемого умохита (фиг. 4). Диаграммы построены как график зависимости интенсивности отражений от величины углов V_{Fe} . Известно, что значение V_{Fe} обратно пропорционально соответствующей величине межплоскостного расстояния d_m .

По определению сингонии кристаллов умохита имеются различные мнения. Колеман и Эппльман (1957) определяют умохит как моноклинный со следующими размерами элементарной ячейки: $a=14,30$ Å; $b=7,50$ Å; $c=6,38$ Å; $\beta=99^{\circ}05'$. Ками (Kamhi, 1959) считает минерал ромбическим ($a=6,32$ Å; $b=7,48$ Å; $c=12,4$ Å). Определениями Г. А. Сидоренко и А. М. Дара была установлена моноклинная сингония минерала с размерами элементарной ячейки, близкими к данным Колемана и Эппльмана: $a=14,17$ Å; $b=7,33$ Å; $c=6,41 \pm 0,03$ Å и $\beta=98^{\circ}41' \pm 0^{\circ}30'$.

Направление подвижных слоев кристаллической решетки минерала перпендикулярно $h00$ при удлинении кристаллов по c . Результаты рентгеноструктурных исследований минерала согласуются с данными химических исследований, показывающих, что умохит является минералом, содержащим переменное количество воды.

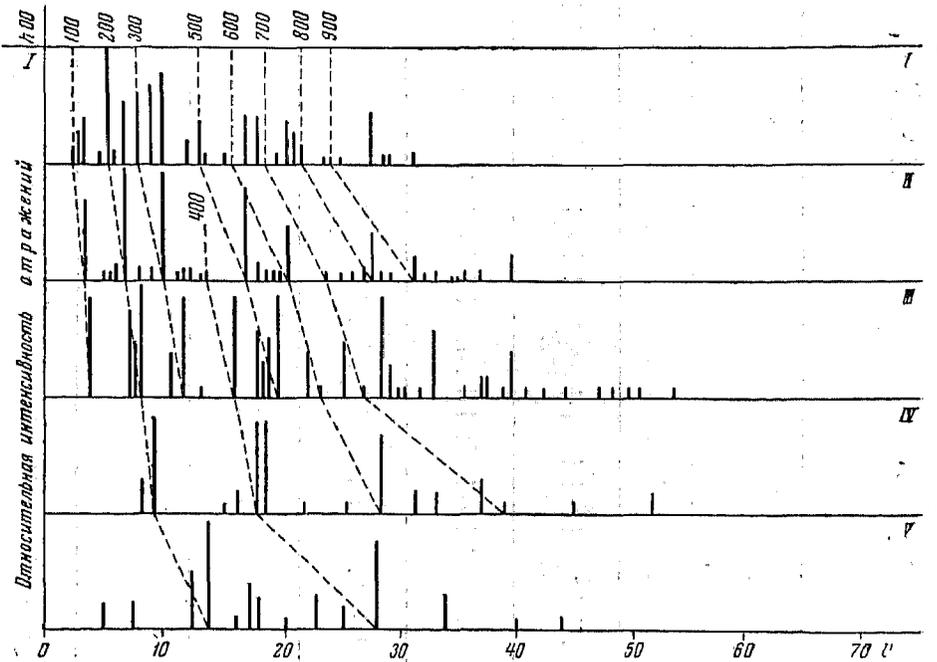
По мнению Г. А. Сидоренко, слюдоподобный характер умохита (фиг. 5) позволяет предполагать слоистую структуру минерала с чередованием слоев уранила $(UO_2)^{2+}$ и $(MoO_4)^{2-}$ с размещением переменных количеств воды между слоями.

Геологические условия образования умохита в месторождениях урано-молибденовой формации различны. Так, на месторождении Мерисвейл урано-молибденовая минерализация приурочена к гидротермально-измененным кварцевым монцонитам, на месторождении Лакки-Мак она образует вкрапленность в цементе песчаников и конгломератов, а на описываемом месторождении СССР — в гидротермально-измененных фельзит-порфирах. Тем не менее ассоциации умохита с другими минералами

ТАБЛИЦА 3 (Продолжение)

| Исходный | | | 175° | | 350° | | 650° | |
|----------|-------|---|------|---|------|---|-------|---|
| hkl | d/n | I | d/n | I | d/n | | d/n | I |
| 1 | 1,101 | 1 | — | — | — | — | 1,102 | 2 |
| | — | — | — | — | — | — | 1,085 | 2 |
| | 1,069 | 1 | — | — | — | — | 1,064 | 1 |
| | — | — | — | — | — | — | 1,043 | 1 |
| | 1,027 | 1 | — | — | — | — | 1,029 | 2 |
| | — | — | — | — | — | — | 1,017 | 1 |
| | 1,005 | 1 | — | — | — | — | 1,001 | 3 |
| | — | — | — | — | — | — | 0,988 | 1 |
| | 0,939 | 1 | — | — | — | — | — | — |
| | 0,903 | 2 | — | — | — | — | — | — |
| | 0,888 | 1 | — | — | — | — | — | — |
| | 0,953 | 1 | — | — | — | — | — | — |
| | 0,833 | 1 | — | — | — | — | — | — |
| | 0,816 | 1 | — | — | — | — | — | — |

довольно постоянны. Во всех случаях он фиксируется под зоной окисления и ассоциирует преимущественно с гипогенными минералами. На месторождении Мерисвейл умохит встречается совместно с настураном, иордизитом, пиритом, кварцем и флюоритом; на месторождении Лакки-



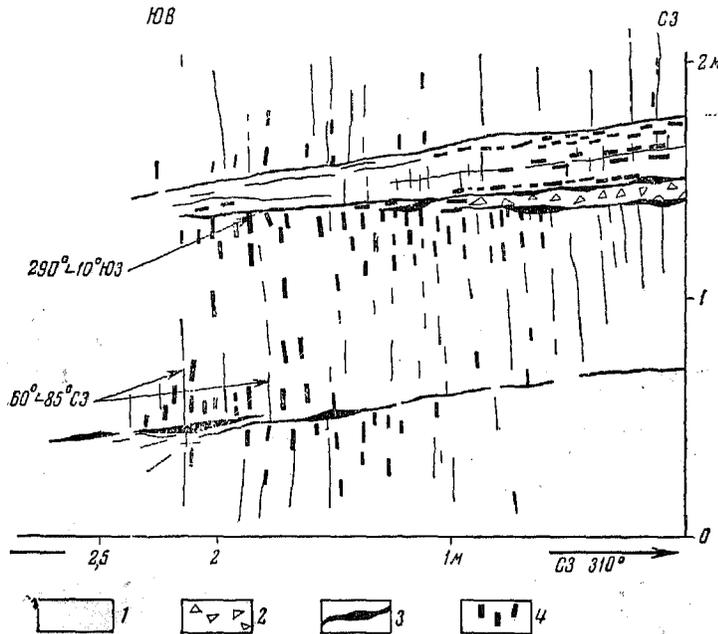
Фиг. 4. Столбиковая диаграмма сопоставления дебаеграмм умохитов различной степени гидратации ($I = f V_{Fe}$).

I — максимально насыщенная (гликолированная) модификация умохита месторождения Мерисвейл (Гамильтон, 1959); II — минимально насыщенная модификация умохита месторождения Мерисвейл (Гамильтон, 1959); III — исследуемый умохит СССР; IV — то же, нагретый до 175°; V — то же, нагретый до 350°.

Макк — с настураном, пиритом, гипсом; на описываемом месторождении — с настураном, криптотешуйчатым молибденитом, пиритом, серицитом и гидромусковитом. Между исследователями, изучавшими умохит, нет единого мнения относительно его происхождения. Основываясь на ассоциациях умохита с другими минералами, Керр описывает его как гипогенное образование. Колеман и Эплман относят время кристалли-

зации умохоита к ранним стадиям окисления, до выделения вторичных урановых минералов.

Положение описываемого умохоита в зоне рудной минерализации определяется также тем, что он обнаружен в самых верхних частях развития зоны гипогенных руд, на границе с зоной окисления, в 20 м от поверхности, являясь источником образования вторичных молибдатов и ураномолибдатов — повеллита, иригинита и других гипергенных минера-



Фиг. 5. Характер распределения умохоита в фельзит-порфирах (зарисовка стенки орта).

1 — фельзит-порфир; 2 — брекчия фельзит-порфира; 3 — настуран с молибденитом и урано-молибденовые черни; 4 — умохоит.

лов. Он приурочен к зоне развития настуран-молибденитовой минерализации в фельзит-порфире, содержащем значительное количество вкрапленников калиевого полевого шпата. Молибденит и настуран развивались здесь по пологим трещинам (фиг. 5), которые имеют заметные следы окисления и частично превращены в урано-молибденовые черни.

Выделения умохоита развиваются как в пологих трещинах на скоплениях настурана и молибденита, так и в крутопадающих. В последних умохоит концентрируется только вблизи пологих трещин с проявлениями настуран-молибденитовой минерализации. Наиболее часто встречается ассоциация умохоита с серицитом или гидромусковитом, иногда замещенным галлуазитом. При этом умохоит остается неизменным, так как, по-видимому, он относительно устойчив на начальных стадиях окисления. При выполнении совместно с серицитом пустот умохоит образует друзовые скопления игольчатых кристаллов. Кристаллы умохоита, развивающегося на плоскостях трещин, имеют преимущественно плоскую пластинчатую форму. Иногда умохоит развивается по вкрапленникам калиевого полевого шпата в фельзит-порфире, образуя своеобразные тонкосстчатые структуры замещения (фиг. 6). При этом в некоторых вкрапленниках отчетливо различаются пересечения выделений умохоита тонкими серицитовыми прожилками (фиг. 7).

При изучении соотношений умохоита с серицитом часто наблюдаются случаи проникновения последнего в зерна умохоита (фиг. 8). Иногда на

продолжении серицит-умохоитовых прожилков наблюдаются выделения кварца. В наиболее хорошо сохранившихся разностях умохоита устанавливается тесная ассоциация его с пиритом. Последний в виде тончайшей вкрапленности часто переполняет пластинчатые кристаллы умохоита или образует оторочки вокруг его скоплений.



Фиг. 6. Замещение умохоитом (черное) вкрапленника калиевого полевого шпата в фельзит-порфире.
Прозрачный шлиф. Увел. 90



Фиг. 7. Пересечение прожилками серицита (белое) вкрапленников калиевого полевого шпата, замещенного умохоитом (черное).
Прозрачный шлиф. Увел. 150



Фиг. 8. Выделения умохоита (1) и серицита (2) в фельзит-порфире.
Прозрачный шлиф. Снято при двух николях (а) и при скрещенных николях (б). Увел. 90

Касаясь вопроса условий образования умохоита, следует отметить, что характер его распределения по отношению к выделениям молибдена и настурана показывает, что он образовался, по всей видимости, вследствие частичного окисления, растворения и переотложения этих минералов. Нахождение его в верхних частях зоны гипогенных руд, на границе с зоной гипергенеза, может свидетельствовать об образовании умохоита в приповерхностных условиях. Свойства умохоита — относительно слабая растворимость в кислотах, отсутствие растворимости в щелочах, синевато-черный цвет, указывающий на присутствие урана и, возможно, молибдена в низших степенях окисления, а также ассоциация с такими минералами как серицит, гидромусковит, пирит — позволяют

предполагать с наибольшей вероятностью его выделение из щелочных растворов.

Если учесть, что начальные стадии развития зоны гипергенеза в урано-молибденовых месторождениях протекают в кислых растворах вследствие постоянного присутствия тонкозернистых и колломорфных пиритов в составе гипогенных руд, можно предположить, что образование умохоита скорее относится к конечным стадиям развития гипогенного процесса, а не к началу формирования зоны гипергенеза. Существенно, что комплекс минералов, сопутствующих выделению повеллита с настураном и умохоитом с серицитом и пиритом, довольно точно отражает особенности состава руд каждого из месторождений. Так, кальцит-настуран-повеллитовая минерализация с марказитом, сфалеритом, галенитом, опитанная В. И. Рехарским и др., развивается на фоне настуран-молибденовых руд, богатых карбонатами, сульфидами цинка, свинца и железа. Умохоитовая минерализация развивается на фоне гипогенных руд, характеризующихся особенно резкими превышениями содержания молибдена над настураном, большими количествами серицита, кварца и колломорфного пирита, а также относительно более слабым развитием процесса карбонатизации.

Следовательно, характер и ассоциации минералов в описываемых поздних стадиях развития гипогенного процесса минералообразования находятся в тесной связи с составом руд и вмещающих пород, на фоне которых они развиваются.

ЛИТЕРАТУРА

- Копченова Е. В., Скворцова К. В. О колломорфном молибдените и урано-молибденовых чернях в месторождениях урана. Докл. АН СССР, т. 123, № 1, 1958.
- Копченова Е. В., Скворцова К. В. Урансодержащий повеллит в статье «Новые данные о минералах урана СССР». Тр. II Междунар. конф. по мирному использованию атомной энергии. Доклады советских ученых, т. 3, 1959.
- Рехарский В. И., Крутецкая О. В., Дуброва И. В. Переотложение молибдена и урана гидротермальными бикарбонатными растворами. Геол. рудн. месторожд., № 4, 1959.
- Рехарский В. И. К вопросу о закономерностях распределения молибдена и урана в минерализованных зонах. Изв. АН СССР, сер. геол., № 8, 1959.
- Рудницкая Л. С. Кальциевый молибдат урана. В статье «Новые данные о минералах урана СССР». Тр. II Междунар. конф. по мирному использованию атомной энергии, т. 3, 1959.
- Тишкин А. И., Тананаева Г. А., Гладышев Г. Д., Мельников И. В. и др. Парагенетические ассоциации гидротермальных урановых минералов в урановых месторождениях Советского Союза. Тр. II Междунар. конф. по мирному использованию атомной энергии, т. 3, 1959.
- Хрушов Н. А. Классификация месторождений молибдена. Геол. рудн. месторожд., № 6, 1959.
- Эпштейн Г. Ю. О молибдатах урана — молураните и иригините. Зап. Всес. минерал. о-ва, ч. 88, вып. 5, 1959.
- Coleman R. G., Appelman D. E. Umohoite from the Lucky Mc Mine, Wyoming. Amer. Mineral., vol. 42, No. 9—10, 1957.
- Cornu F. Natürliches kolloides Molybdensulfid (Jordisite). Ztschr. Chem. u. Industr. Kolloide (Kolloid-Ztschr.), Bd. 4, 1909.
- Dittler E. Zur Natur und Genesis des Ilsemanit. Zbl. Min. Geol. u. Palaeont., 1923.
- Hamilton P. K., Kerr P. F. Umohoite from Cameron Arizona. Amer. Mineral., vol. 44, No. 11—12, 1959.
- Kamhi S. R. An x-ray study of umohoite. Amer. Mineral., vol. 44, No. 9—10, 1959.
- Kerr P. F., Brophy G. P., Dahl H. M., Green J., Wooldard L. E., Alterations and uranium mineralization Marysvale Utah. Econ. Geol., vol. 47, No. 7, 1952.
- Kerr P. F. a. Brophy G. P. A new uraniumbearing Mineral. Mining Journ., 12, 1953.
- Kerr P. F., Brophy G. P., Dahl H. M., Green J., Wooldard L. E. Marysvale Utah uranium Area Geol. Soc. Amer., Special paper, 64, 1957.
- Schaller W. T. Ilsemanite hydrous sulphate of molybdenum. Journ. Wash. Acad. Sci., 7, 1907.
- Staples L. W. Ilsemanite and Jordisite. Amer. Mineral, vol. 36, 1951.
- Vaes I. F. Cousiniet, ein nieuw uranmineral. Geologie en Minbouw, Leiden, No. 12, 1958.

Поступила
22.III.1961