

**РЕГИОНАЛЬНЫЕ
И ЛОКАЛЬНЫЕ
ЗАКОНОМЕРНОСТИ
РАЗМЕЩЕНИЯ
ЭПИТЕРМАЛЬНЫХ
ФЛЮОРИТОВЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ**



Fe Zn Cu Pb Sn W Mo Ag Au

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ВСЕГЕИ)

553.29+553.63

А. Т. СОЛОВЬЕВ

РЕГИОНАЛЬНЫЕ И ЛОКАЛЬНЫЕ
ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ
ЭПИТЕРМАЛЬНЫХ ФЛЮОРИТОВЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ

ВЫПУСК 4

Материалы к совещанию «Разработка основ научного прогноза
месторождений полезных ископаемых»

ЛЕНИНГРАД
1970



893

УДК 553.29 : 553.634.12(47+57)

Региональные и локальные закономерности размещения эпитермальных флюоритовых месторождений. Соловьев А. Т. Л., 1970, стр. 1—52.

В числе региональных закономерностей рассмотрены проявления минерализации во времени, ее положение в главнейших структурах земной коры, связь с магматизмом и др. При рассмотрении локальных закономерностей исследованы структурные факторы, факторы влияния литологического состава и физико-механических свойств пород на образование месторождений, стадийность формирования месторождений, зональность строения и факторы эрозийного среза.

Работа снабжена таблицами, в которых отражены главнейшие критерии выделения флюоритоносных зон и площадей, а также критерии поисков и оценки месторождений.

Илл. 2, Табл. 4, Библ. 46.

Научные редакторы

Д. В. Рундквист и А. Д. Щеглов

ВВЕДЕНИЕ

Для современного народного хозяйства фтор имеет огромное значение. Почти ни одна отрасль химии не обходится сейчас без его применения. В чистом виде или в различных соединениях фтор также широко применяется в технике, металлургии, атомной промышленности, медицине, холодильной промышленности, в сельском хозяйстве и т. д.

Главным источником получения фтора в промышленных масштабах является, как известно, флюорит. Отсюда понятен тот интерес, который проявляется в наше время во всех развитых странах к этому минералу и его природным концентрациям — флюоритовым месторождениям.

Промышленные флюоритовые месторождения относятся к разным генетическим типам. Основное значение имеют сейчас гидротермальные месторождения, которые отчетливо делятся на две большие группы: 1) высокотемпературные, 2) средне-низкотемпературные, несущие все характерные черты эпитермальных образований.

Перед автором в числе других стояла задача кратко обобщить данные по характеристике и закономерностям размещения месторождений второй группы. В основу обобщения был положен личный, более чем десятилетний опыт по изучению эпитермальной флюоритовой минерализации важнейших флюоритоносных провинций СССР — Забайкалья, Средней Азии, Украины, южной части советского Дальнего Востока, а также некоторых флюоритоносных провинций юго-восточной части Азии. Были учтены также новейшие данные по эпитермальной флюоритовой минерализации, полученные и другими исследователями.

1. ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭПИТЕРМАЛЬНЫХ ФЛЮОРИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Флюоритовые месторождения, региональные и локальные закономерности размещения которых рассматриваются в настоящем очерке, представляют собой характернейшую группу природных образований, отличающихся устойчивыми основными чертами минерального состава, характерной ассоциацией флюорита с кварцем, кальцитом, баритом и некоторыми другими минералами,

относимыми обычно к средне-низкотемпературному парагенезису. Они характеризуются сравнительно простым минеральным составом, не обнаруживают отчетливой связи с магматизмом, локализируются в зонах гидротермального изменения пород, обусловленного средне-низкотемпературными гидротермальными процессами, и обладают другими отличительными чертами.

В целом по совокупности признаков эти месторождения можно назвать эпитермальными.

Морфогенические типы месторождений и особенности строения рудных тел

По способу образования эпитермальные флюоритовые месторождения* можно подразделить на жилы выполнения и метасоматические залежи. Первые широко распространены в Забайкалье и Средней Азии. В Приазовье, в Побужье, на Пайхое, а также в Южном Казахстане преобладают месторождения, представленные метасоматическими залежами.

Большинство промышленных флюоритовых жил приурочено к крутопадающим трещинам, имеющим углы падения $60-80^\circ$ и больше (месторождения Абагайтуйское, Калангуйское, Солонечное, Усугли, Хурайское, Наугарзан, Суппаташ, Такоб, Кандара и др.). Пологопадающие флюоритовые жилы менее распространены и встречаются преимущественно совместно с метасоматическими залежами.

Как правило, жилы характеризуются простой морфологией. Нередко наблюдаются чередования раздувов и пережимов. В раздувах локализованы более богатые руды. В них преобладает флюорит, в то время как в пережимах и на флангах жил основное развитие получает кварц. Наиболее мощные раздувы приурочены к участкам пересечения трещин.

Более сложной морфологией характеризуются метасоматические залежи флюорита, которые могут быть представлены жиллообразными телами, гнездами, линзами, штоками и т. п. В отличие от жил выполнения, метасоматические тела довольно часто контролируются пологими структурами: зонами надвигов (Покрово-Киреевское месторождение в Приазовье), межформационными ослабленными зонами (месторождение Таскайнар в Южном Казахстане), полостями отслоения (месторождение Оцолуй в Восточном Забайкалье) и т. д.

Для метасоматических залежей особенно характерна приуроченность к известнякам, реже они встречаются среди доломитов, известковистых песчаников и других пород. К известковистым песчаникам приурочена флюоритовая минерализация Побужья,

* Имеются в виду только собственно флюоритовые месторождения.

представляющая, по существу, новый тип флюоритового оруденения. Содержание флюорита в этих рудах относительно низкое, не превышающее 13—15%, но запасы руд внушительны.

Минеральные типы месторождений

Как было отмечено, особенностью эпитермальных флюоритовых месторождений является их относительно простой минеральный состав. Действительно, хотя в рудах этих месторождений только на территории СССР встречено свыше 80 минералов, принадлежащих к самым различным классам — фторидам, сульфидам, силикатам и алюмосиликатам, сульфатам, сульфосолям, карбонатам, окислам и др., — лишь немногие из них, такие как флюорит, кварц, карбонаты, барит, галенит, сфалерит, пирит, марказит и некоторые другие минералы, присутствуют в значительных количествах. Остальные являются второстепенными или даже редкими примесями в рудах. В этом существенное отличие средне-низкотемпературных эпитермальных флюоритовых месторождений от месторождений высокотемпературных, например, слюдисто-флюоритовых, касситерито-флюоритовых и других.

Если между самими эпитермальными месторождениями флюорита отмечаются все качественные минеральные переходы, то между эпитермальными и высокотемпературными существует резкое различие. Флюорит в высокотемпературных месторождениях тесно ассоциирует с минералами вольфрама, олова, молибдена, бериллия, практически отсутствующими в эпитермальных средне-низкотемпературных месторождениях. Сам флюорит в высокотемпературных месторождениях, хотя и присутствующий в огромных количествах (например, Инкурский штокверк), чаще является второстепенным минералом и может добываться лишь как побочный продукт. Все это указывает на необходимость рассмотрения эпитермальных флюоритовых месторождений как отдельной, самостоятельной группы эндогенных образований.

На основании имеющихся данных среди эпитермальных флюоритовых месторождений можно выделить следующие главные минеральные типы: 1) мономинеральный флюоритовый; 2) кварцево-флюоритовый; 3) кварцево-барито-флюоритовый; 4) кварцево-галенито-сфалерито-флюоритовый; 5) кальцитовый-флюоритовый; 6) пирито-марказито-флюоритовый; 7) кварцево-гематито-флюоритовый.

Предлагаемая классификация является обобщенной и включает все основные классификации эпитермальных флюоритовых месторождений, разработанные для отдельных флюоритовых провинций СССР — классификации Г. Г. Грушкина, Л. П. Коннова, Е. М. Головина, Ю. А. Новосельцева и др. для Средней Азии и Казахстана; А. В. Гуляевой, Н. С. Лавровича, А. А. Ивановой, А. Д. Щеглова, А. А. Якжина, Л. В. Былино, А. Т. Соловьева и др. для Забайкалья; А. Я. Древина, А. И. Зарицкого, А. М. Стремов-

ского, Б. С. Панова и др. для Украины; А. Т. Соловьева для Алданского района; Л. С. Пузанова и др. для Урала и т. д.

В табл. 1 дана обобщенная оценка промышленного значения каждого из выделенных минеральных типов месторождений и

Таблица 1

Промышленное значение эпитермальных флюоритовых месторождений различных минеральных типов

| Минеральные типы месторождений | Примеры типичных месторождений | Промышленное значение |
|---|--|--|
| Мономинеральный флюоритовый | Куранжинское | Ограниченное |
| Кварцево-флюоритовый | Солонечное, Урулюнгуйское, Ново-Бугутурское, Гарсонуйское, Каскана, Чашлы, Кескон-Терек, Рамит, Ханангинское, Кубинская группа | Крупное |
| Кварцево-барито-флюоритовый | Усугли, Абагайтуйское, Ак-Таш, Агата, Бугутур, Чашлы, Сузак | Значительное |
| Кальцито-флюоритовый | Могов, Бадам, Бурун-Ула, Покрово-Киреевское, Ново-Бугутурское, Гарсонуйское, Калман-Ашу, Таскайнар | Весьма значительное |
| Кварцево-галенито-сфалерито-флюоритовый | Такоб, Кандара, Бигар, Диамалик, Джарайхона, Наугарзан, Аурахмат, Таборное, Акмогол | Весьма значительное |
| Пирито-марказито-флюоритовый | Калангуйское, Турук, Чак-Куйрюк, Носковое | В целом незначительное, единичные месторождения имеют крупное значение |
| Кварцево-гематито-флюоритовый | Нижне-Чикойское, Каракхона, Талды, Туяли, Чашлы | Подчиненное |

указаны примеры последних. Необходимо отметить, что с глубиной минеральный состав эпитермальных флюоритовых месторождений иногда существенно меняется. Калангуйское месторождение, например, долгое время считалось мономинеральным флюоритовым, пока на более глубоких горизонтах месторождения не появились в значительных количествах сульфиды железа. Месторождение Такоб вначале разрабатывалось в основном как полиметаллическое, а затем как флюоритовое.

Рассмотрение минерального состава месторождений будет неполным, если не сказать хотя бы несколько слов об околорудном изменении пород, сопутствующем проявлению эпитермальной флюоритовой минерализации. Эти изменения сложны и многообразны в силикатных породах и сравнительно просты и монотонны в карбонатной среде.

Для силикатных пород характерны такие изменения, как каолинизация, серицитизация, хлоритизация, ортоклазизация, аргиллитизация, альбитизация, пропилитизация, пиритизация и другие. Изменения пород карбонатного состава выражаются главным образом в окварцевании и флюоритизации, широко проявленных также и в силикатных породах.

Тектурные особенности руд

Специфика минерального состава и строения эпитермальных флюоритовых месторождений вызывает необходимость хотя бы кратко рассмотреть важнейшие тектурные особенности их руд. Последние имеют большое значение как для оценки качества сырья, так и для перспективной оценки месторождений и рудных площадей.

При всем разнообразии текстур руд эпитермальных флюоритовых месторождений, среди них можно выделить наиболее типичные. Они могут быть разделены на текстуры руд жил выполнения и текстуры руд метасоматических залежей. Рассмотрим те и другие раздельно.

Текстуры руд жил выполнения. К важнейшим текстурам руд жил выполнения относятся кокардовые, ленточные, массивные и брекчиевидные. Остальные либо мало распространены и не характерны для промышленного типа руд, либо являются разновидностью перечисленных выше текстур.

Кокардовые и ленточные текстуры развиты в основном в забайкальских месторождениях, залегающих среди песчано-сланцевых отложений (месторождения Калангуйское, Таменга, Оцолуй, Седловое) и парагнейсов (Дульдургинское месторождение). Особенности морфологии и условий образования этих текстур детально изучены на Калангуйском месторождении.

Калангуйское месторождение представляет собой сложную крутопадающую флюоритовую жилу, имеющую протяженность несколько сотен метров и мощность несколько метров. Жила сечет вкрест простирания слои песчаников и сланцев средней юры и имеет ряд раздувов и пережимов. Руды месторождения в основном мономинеральные флюоритовые. На нижних горизонтах месторождения в значительных количествах присутствуют также пирит и марказит.

Выделяются две разновидности флюорита — крупнокристаллическая (прозрачная) и мелкокристаллическая (фарфоровидная). Обе разновидности участвуют в сложении руд как ленточной, так и кокардовой текстур.

Кокарды представляют собой концентрические, многократно чередующиеся «наслоения» прозрачного и фарфоровидного флюорита, реже пирита, вокруг обломков вмещающих пород и более ранних минеральных образований. В ленточных рудах «наслоения» имеют прямолинейный или слабо волнистый характер. Ленты

вытянуты параллельно ровным поверхностям стенок трещины, на которых происходило рудоотложение. На этих же стенках, на их выступах, размещаются почковидные образования флюорита — кокарды.

Причины многократного чередования «слоев» прозрачного и так называемого фарфоровидного (непрозрачного) флюорита в рудах кокардовой и ленточной текстур служили предметом размышлений многих исследователей Калангуйского месторождения — А. В. Гуляевой, П. П. Пилипенко, В. С. Кормилицына, А. А. Ивановой, А. Т. Соловьева и других. Каждый из них внес свою лепту в изучение этих интересных текстур и способствовал выработке общей точки зрения на их образование.

Сейчас можно считать установленным, что образование фарфоровидного флюорита происходило в момент приоткрывания трещины, «когда растворы, находящиеся под большим давлением, мгновенно устремлялись вверх, неся всю массу взмученного материала, вследствие чего происходил резкий спад давления газовой фазы в растворах и переход истинного раствора в коллоидный». Такой коллоидный раствор «как бы склеивал, — согласно В. С. Кормилицыну и А. А. Ивановой (1959), — механические примеси, прикрепляя их, кристаллизуясь, к нижней поверхности кокард и «пачек», и это приводило к образованию фарфоровидного флюорита». Периодичность приоткрывания трещины с последующим ее залечиванием приводила к смене истинных растворов коллоидными и послойному чередованию полос прозрачного и фарфоровидного флюорита, т. е. к образованию ленточных и кокардовых текстур.

Автором не рассматривается вопрос образования кокард с замкнутыми зонами или «слоями» прозрачного и фарфоровидного флюорита, хотя они встречаются весьма часто. По-видимому, единого объяснения образованию таких кокард не может быть дано. Наиболее правдоподобным представляется образование их за счет текстурной достройки «почек» путем перекристаллизации материала субстрата (Соловьев, 1962).

Мелкие кокарды могли возникать также вокруг обломков, находящихся во взвешенном состоянии в периоды приоткрывания трещины, когда растворы находились под большим давлением. А. Д. Щегловым, например, на одном из флюоритовых месторождений Западного Забайкалья были обнаружены обломки пород, вынесенные растворами из больших глубин. Можно, наконец, объяснить образование кокард и метасоматическим путем. Явления метасоматоза широко развиты в рудной зоне Калангуйского месторождения. На это обратил внимание еще П. П. Пилипенко (1937).

Массивные текстуры характеризуют руды, в которых отдельные минеральные индивидуумы различимы на глаз лишь по характеру их окраски. В отличие от рассмотренных выше кокардовых и ленточных текстур, массивные текстуры не характерны для жильных месторождений, залегающих среди терригенных образований.

Преимущественное развитие они имеют в жилах, залегающих среди магматических пород. Руды массивной текстуры отличаются высоким содержанием фтористого кальция и находят широкий спрос в промышленности.

Брекчиевидные текстуры характеризуют руды кварцево-флюоритового состава, в которых обломки массивных флюоритовых руд цементируются прожилками кварца, выполняющими трещины всевозможных направлений и образующими как бы каркас. Такие текстуры широко развиты на Солонечном, Хурайском, Такобском, Кандаринском и многих других промышленных флюоритовых месторождениях. Месторождения, сложенные рудами с такими текстурами, локализуются преимущественно в гранитоидах. Количественные соотношения главных минеральных компонентов в этих месторождениях подвержены заметным колебаниям.

Из прочих текстур руд жильных флюоритовых месторождений отметим текстуру вкрапления и бурундучную. Обе текстуры развиты на Пуринском месторождении в Восточном Забайкалье. Содержание флюорита в рудах подобных текстур невысокое. Главным компонентом их является халцедоновидный кварц.

Текстуры руд метасоматических залежей. Среди текстур руд метасоматических флюоритовых залежей могут быть выделены массивные, полосчатые, текстуры вкрапления и их разновидности.

Массивные текстуры широко развиты в рудах метасоматических залежей Покрово-Киреевского и некоторых других флюоритовых месторождений. Такие руды образуются при замещении карбонатных пород флюоритом. Это сплошные агрегаты, в которых отдельные минеральные индивидуумы неразличимы невооруженным глазом из-за монотонной, обычно фиолетовой или темно-фиолетовой окраски последних. Содержание фтористого кальция в рудах обычно высокое. Иногда оно снижается за счет обилия пострудных кальцитовых прожилков.

Полосчатые текстуры в метасоматических флюоритовых залежах обусловлены чередованием линейных выделений флюорита с полосами незамещенных пород. Они характерны для метасоматических флюоритовых залежей Алдана, месторождения Коврижка (Восточное Забайкалье) и др. Иногда (Самодумовское месторождение Алдана и др.) при метасоматическом замещении карбонатных пород образуются также руды полосчатой текстуры, в которых чередуются полосы флюоритового и кварцевого состава. Механизм образования полосчатых текстур этого типа как следует еще не изучен.

Брекчиевидные текстуры могут возникать при метасоматическом замещении флюоритом конседиментационной брекчии, при замещении им кальцитовых прожилков, выполняющих трещины в породах, подвергшихся дроблению в дорудную стадию, и т. д. В конседиментационной брекчии такие текстуры широко развиты на месторождении Жиган на Алдане. Брекчиевидные текстуры,

обусловленные замещением кальцитовых прожилков флюоритом, характерны для некоторых руд Покрово-Киреевского месторождения.

Текстуры вкрапления распространены в рудах месторождений Подольской металлогенической зоны. Образование этих текстур обусловлено здесь метасоматическим замещением известкового цемента песчаников. Замещению подвергся только цемент, поэтому содержание флюорита в общем убогое, не превышающее 13—15%. Но общие запасы руд весьма внушительны. Минерализация прослеживается в зоне протяженностью свыше 120 км при ширине в несколько километров.

Необходимо отметить также структурные различия флюорита. Всего может быть выделено четыре основных структурных его разновидности: шестоватая зернистая, скрытокристаллическая (фарфоровидная) и кристаллы свободного роста. По относительному распространению той или иной структурной разновидности флюорита можно получить представление об условиях рудообразования и дать перспективную оценку оруденения на глубину уже на первых порах изучения месторождения.

Так, например, образование скрытокристаллического (фарфоровидного) флюорита обусловлено резким понижением температуры и давления в рудной трещине и обычно наблюдается в верхних частях месторождений. Следовательно, если в современном эрозионном срезе в рудах широко развиты скрытокристаллические разности, то перспективы оруденения на глубину можно считать благоприятными.

Изучение структурно-текстурных особенностей эпитермальных флюоритовых месторождений имеет большое значение и для общего познания условий их образования. Оно показывает прежде всего, что эпитермальные флюоритовые месторождения сформировались в беспокойной тектонической обстановке, в условиях многократных резких перепадов температуры и давления, что обусловило многие важнейшие их черты.

II. РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

При оценке перспектив флюоритоносности территории СССР и выявлении новых потенциально флюоритоносных площадей следует в первую очередь иметь в виду следующие установленные закономерности: 1) закономерности изменения масштабов проявления минерализации во времени; 2) место минерализации в истории тектонического развития земной коры, а также роль сводовых поднятий и зон сочленения структурно-фациальных зон различной мобильности; 3) важнейшую рудоконтролирующую роль региональных разломов; 4) закономерную связь минерализации с магматизмом.

Закономерности проявления эпитермальной флюоритовой минерализации во времени *

Древнейшими из известных на земном шаре флюоритовых месторождений эпитермального типа являются месторождения Южной Африки Тайскрааль, Гаруб и др., образовавшиеся в кембрии, возможно в рифее. Но это в общем только незначительные по своим размерам единичные проявления флюорита. В крупных масштабах эпитермальная флюоритовая минерализация проявилась значительно позднее.

На территории СССР эпитермальная флюоритовая минерализация в промышленных масштабах проявилась, как установлено, в герцинское (Тянь-Шань, Украина, Урал), киммерийское (Забайкалье, Алдан) и альпийское (советский Дальний Восток) время. Более ранний, чем герцинский, возраст ее проблематичен.

Масштабы проявления герцинской эпитермальной флюоритовой минерализации были, по-видимому, также ограничены. Областью наиболее широкого развития герцинской флюоритовой минерализации эпитермального типа считается Тянь-Шань, однако и здесь отнесение промышленной эпитермальной флюоритовой минерализации к герцинской металлогенической эпохе является в значительной мере условным. Это видно из указанных ниже примеров, которые обычно проводятся при рассмотрении возраста эпитермальной флюоритовой минерализации Тянь-Шаня.

На месторождении Чашлы, по данным Г. И. Малматина и В. С. Зверева, флюоритовая жила сечет скарны и дайки гранитпорфиров и кварцевых порфиров, относимых по возрасту к верхней перми — нижнему триасу (послекызылнуринский комплекс).

На месторождении Тырызкан кварцево-флюоритовые и кварцево-барито-флюоритовые жилы секут дайки диабазовых порфиров этого же возраста.

На Бешкольском и Куюндинском флюоритовых проявлениях кварцево-барито-флюоритовое оруденение накладывается в виде прожилков на верхнепермские — нижнемеловые дайки диабазовых порфиров. Два флюоритовых рудопроявления находятся здесь вблизи контакта со штоками верхнепермских — нижнемеловых гранитпорфиров и два — в пределах эффузивной свиты, также относимой по возрасту к верхней перми — нижнему мелу.

В пределах Наугарзанского рудного поля несколько мелких проявлений флюорита залегает в верхнепермских — нижнемеловых гранитпорфирах и кварцевых порфирах, а на месторождении Наугарзан мелкие кварцево-барито-флюоритовые жилы с сульфидами свинца и цинка пересекают сложные дайки порфиров, относящихся к тому же магматическому комплексу.

* Раздел написан совместно с М. М. Сомовым.

Приведенные примеры, как видим, не определяют однозначно возраст основной промышленной флюоритовой минерализации Тянь-Шаня как герцинский. Они указывают только на возможный нижний возрастной ее предел.

Вместе с тем на территории Тянь-Шаня в последние годы были получены данные, с несомненностью свидетельствующие о более молодом, киммерийском и даже альпийском возрасте эпитеpmальной флюоритовой минерализации этой провинции.

Так, на участке месторождения Красные Холмы одна из флюоритовых жил сечет, по наблюдениям Ю. А. Новосельцева, красноцветные отложения, возраст которых определяется как баррем — альб. Ю. А. Новосельцев связывает с послегерцинской эпохой также образование Такобского, Кандаринского, Бигарского и других промышленных месторождений Южного Гиссара, обнаруживающих значительное сходство с месторождением Красные Холмы по минеральному составу. Это согласуется с данными В. В. Мога-ровского и А. К. Мельниченко (1967), которыми на месторожде-нии Кандара были изучены зоны гидротермальной дорудной орто-клизации, абсолютный возраст которой определяется в $93\text{—}126\pm 4$ млн. лет, что соответствует, примерно, границе нижнего и верхнего мела.

Добавим, что посленижнемезозойский возраст флюоритового месторождения Такоб в Южном Гиссаре определен и А. В. Раби-новичем (1964) на основании изотопного анализа свинца галенита.

Только в единичных случаях установлена в Южном Гиссаре более ранняя, палеозойская средне- низкотемпературная флюори-товая минерализация; на месторождении Рамит, например, одна из кварцево-флюоритовых жил сечется дайкой щелочных лампро-финов, входящих, по данным А. Х. Хасанова и В. М. Брейвинской (1965), в состав герцинского дайкового комплекса. Эта дайка сечет не только флюоритовую залежь, но и более поздние по отно-шению к ней кварцево-кальцито-баритовые жилы (Новосельцев, 1966).

Таким образом, имеющиеся данные едва ли позволяют с уве-ренностью говорить о повсеместном преобладании в пределах Тянь-Шаня герцинской промышленной эпитеpmальной флюорито-вой минерализации. Во всяком случае в пределах отдельных струк-турно-металлогенических зон эпитеpmальная флюоритовая мине-рализация в промышленных масштабах проявилась здесь и позд-нее, в киммерийское или даже альпийское время. Это подтверж-дается и наблюдениями А. А. Луйка (1970), выявившего недавно в Киргизии зону развития альпийской эпитеpmальной минерали-зации.

Нет необходимости останавливаться на рассмотрении относи-тельно небольших проявлений эпитеpmальной флюоритовой мине-рализации герцинского и более древнего возраста в пределах дру-гих провинций на территории СССР. В настоящее время, в связи с накоплением новых данных, практически ценная «герцинская»

эпитермальная флюоритовая минерализация испытала почти повсеместное «омоложение». Кроме Тянь-Шаня, только на Украине еще выделяются зоны промышленной эпитермальной флюоритовой минерализации (Волновахская зона) твердо установленного герцинского возраста. Во всех других провинциях (на Полярном Урале, Пайхое, в Центральном Казахстане) герцинский возраст ее поставлен под сомнение.

Важно подчеркнуть, что во всех флюоритоносных провинциях устанавливается закономерная смена во времени высокотемпера-

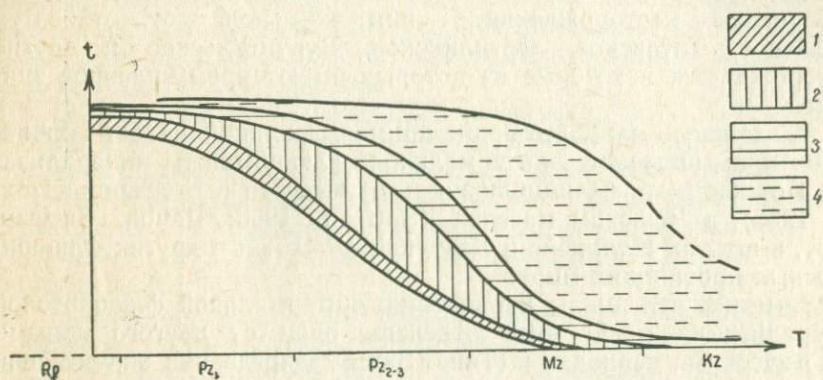


Рис. 1. Схема изменения во времени масштабов промышленных концентраций эндогенного флюорита по основным генетическим типам.

1 — проявления флюорита в пегматитах; Месторождения: 2 — грейзеновые, 3 — гидротермальные высокотемпературные комплексные, 4 — собственно флюоритовые средне-низкотемпературные (эпитермальные). T — общее время проявления эндогенной флюоритовой минерализации в истории развития земной коры; t — проявление флюоритовой минерализации в отдельные отрезки общего времени.

турных образований флюорита средне-низкотемпературными, эпитермальными его образованиями (рис. 1). Приведенная схема является обобщенной, и в зависимости от специфичности геологического развития той или иной конкретной флюоритоносной провинции отдельные звенья ее могут выпадать или быть редуцированы.

Необходимо подчеркнуть и еще одно существенное обстоятельство — полицикличность проявления эпитермальной флюоритовой минерализации. На практике это обычно не учитывается в должной мере. Считается, что имеющая промышленное значение эпитермальна флюоритовая минерализация является в пределах единой флюоритоносной провинции одновозрастной и проявилась в один этап или цикл. В действительности же она может быть проявлена в пределах одной и той же флюоритоносной провинции в несколько этапов и иметь различный возраст, как, например, на Тянь-Шане.

На территории Восточного Забайкалья основные промышленные флюоритовые месторождения сформировались, как известно, в верхнеюрское или, возможно, в нижнемеловое время, но не позже. Это месторождения Солонечное, Усугли, Калангуйское, Абагайтуйское и многие другие. Такой же или несколько более древний возраст имеют, по данным В. А. Боброва, некоторые промышленные эпитермальные флюоритовые месторождения Восточной Монголии — Барун-Цогто, Хайдельгерхан и др.

В то же время в пределах Забайкалья А. Д. Шегловым и М. И. Розиновым (1961) была выделена группа и более молодых, верхнемеловых или, возможно, даже третичных эпитермальных флюоритовых месторождений. К ним, как полагают, относятся Хурайское, Титовское, Оргиликское, Бурун-Ульское и другие месторождения, некоторые из которых имеют промышленное значение.

Мы привели наиболее яркие примеры полицикличности проявления промышленной эпитермальной флюоритовой минерализации. Подобная же полицикличность отмечается в Болгарии (Йовчев, 1965), в Чешском массиве (Sattran, 1966; Pauba, Sattran, 1966), в штатах Иллинойс и Кентукки в США и в других флюоритоносных провинциях мира.

Заметим, что циклы проявления эпитермальной флюоритовой минерализации могут быть отделены один от другого целыми геологическими периодами (Тянь-Шань). Иногда они значительно сближены (Забайкалье) и разделяющий их интервал не выходит за рамки одной металлогенической эпохи.

Приведенные выше краткие сведения о возрасте эпитермальной флюоритовой минерализации СССР позволяют сделать некоторые практические выводы:

1. Молодая, послегерцинская, эпитермальная флюоритовая минерализация имеет на территории СССР более широкое развитие, чем принято считать. Это значительно расширяет перспективы возможного обнаружения промышленных флюоритовых месторождений в области развития палеозойских и более древних пород, слагающих приподнятые и эродированные в домезозойское время тектонические блоки.

2. В пределах одной и той же провинции флюоритовая минерализация может иметь различный возраст.

Место проявления минерализации в истории тектонического развития земной коры

Полученные в последние годы новые факты значительно изменили существовавшие ранее представления о месте проявления эпитермальной флюоритовой минерализации в истории развития главнейших структурных элементов земной коры. Ее проявление сейчас в большинстве случаев уже не рассматривается в ас-

пекте направленного развития геосинклинальных областей, а связывается с принципиально иным тектоническим режимом — с тектоно-магматической активизацией консолидированных участков земной коры (А. Д. Щеглов, А. Т. Соловьев и др.).

Вполне обоснованно можно говорить о размещении всей основной промышленно ценной эпитермальной флюоритовой минерализации в областях проявления тектоно-магматической активизации. Вопрос заключается лишь в выяснении характера активизации и особенностей форм ее проявления. Различают, как известно, два основных вида активизации: 1) так называемую автономную активизацию и 2) отраженную активизацию. Вследствие как той, так и другой могут возникать условия, благоприятные для проявления эпитермальной флюоритовой минерализации и образования флюоритовых месторождений.

Под автономной активизацией автор вслед за А. Д. Щегловым (1968) и др. подразумевает процессы, не соответствующие ни геосинклинальному, ни платформенному развитию земной коры, а представляющие самостоятельную категорию явлений, резко обособленных и проявляющихся как в геосинклиналях после превращения их в области заверченной складчатости, так и на платформах (щитах).

Представления об активизации связаны главным образом с именами таких исследователей, как Г. Ф. Мирчинк, Чень Го-да, В. В. Белоусов, В. Л. Масайтис, Ю. Г. Старицкий, Н. А. Флоренсов, А. Л. Яншин, И. В. Корешков, С. С. Шульц, Ю. П. Писцов, М. С. Нагибина, А. Д. Щеглов и др.

Попытки систематизировать имеющийся материал по автономной активизации были предприняты недавно А. Д. Щегловым. Им же были подчеркнуты и некоторые общие особенности автономной активизации. К ним относятся:

1) проявление автономной активизации в послегеосинклинальную стадию развития земной коры;

2) развитие процессов активизации одновременно в разновозрастных и разнотипных структурах;

3) наложенный характер и почти полная независимость возникающих тектонических элементов от структур фундамента, на котором они развиваются;

4) развитие процессов активизации во многих регионах на значительном удалении от разновозрастных геосинклиналей;

5) значительный разрыв между возрастом консолидированных структур субстрата, на котором получили развитие процессы активизации, и временем проявления последней;

6) отрицательные гравитационные аномалии. Данные о них приведены в работах Б. А. Андреева (1963), Р. М. Деменецкой (1959) Г. Вулларда (Woolard, 1959) и др.

Природа отрицательных аномалий трактуется по-разному. Прав, по-видимому, Б. А. Андреев, который связывает эти анома-

лии, их осредненные значения, с мощностью земной коры: максимальные по величине значения с минимальной мощностью коры и минимальные — с максимальной.

Перечисленные особенности автономной активизации характеризуют все главнейшие области развития флюоритовой минерализации эпитегрмального типа. Следует оговориться лишь в отношении полной независимости возникающих при активизации тектонических элементов; региональные разрывные нарушения, контролирующие размещения эпитегрмальной флюоритовой минерализации, имели длительное развитие и были заложены, по-видимому, чаще всего в фундаменте. На территории СССР процессы автономной активизации лучше всего изучены в Забайкалье, где наиболее полно выявлены и геологические признаки связи с нею проявлений эпитегрмальной флюоритовой минерализации.

Характерной, хотя и не обязательной особенностью размещения эпитегрмальной флюоритовой минерализации является размещение ее в зонах развития наложенных впадин, типичных, по А. Д. Щеглову, структур областей проявления автономной активизации. Эти впадины могут быть заложены на разновозрастном и разнородном фундаменте и имеют различную форму. В складчатых областях, например, в Западном Забайкалье, впадины обычно сильно вытянуты по сравнению с их шириной и в общем сопряжены по простиранию с основными региональными структурами (рис. 2). В пределах срединных массивов и на платформах (щитах) наложенные впадины нередко имеют неправильную или близкую к изометрической форму. Но и при наличии морфологических различий, наложенные впадины сохраняют общность многих черт и проходят одни и те же стадии развития. На ранних стадиях происходит образование на консолидированном основании пологих прогибов и последующее выполнение их вулканогенно-осадочными образованиями. На более поздних — углубление прогибов, их общее проседание и выполнение их континентальными угленосными отложениями. Наложение впадины обычно ограничено разломами, в зонах которых, в бортовых частях впадин, размещаются многие крупные эпитегрмальные флюоритовые месторождения.

Связывая проявления эпитегрмальной флюоритовой минерализации главным образом с активизацией автономного типа, нельзя вместе с тем недоучитывать и той роли, которую играла в создании предпосылок последней активизация отраженная. Так, например, рассмотрение структур, в которых размещены эпитегрмальные флюоритовые месторождения и рудопроявления Забайкалья, Алдана и Северо-Восточной Монголии, показывает, что общая активизация этого протяженного пояса была в значительной мере предопределена дифференциальной активизацией отдельных его частей в более ранние геологические периоды в связи с развитием отдельных подвижных зон и влиянием происходивших в них процессов на соседние зоны. Так, М. М. Мануйловой установлена интенсив-

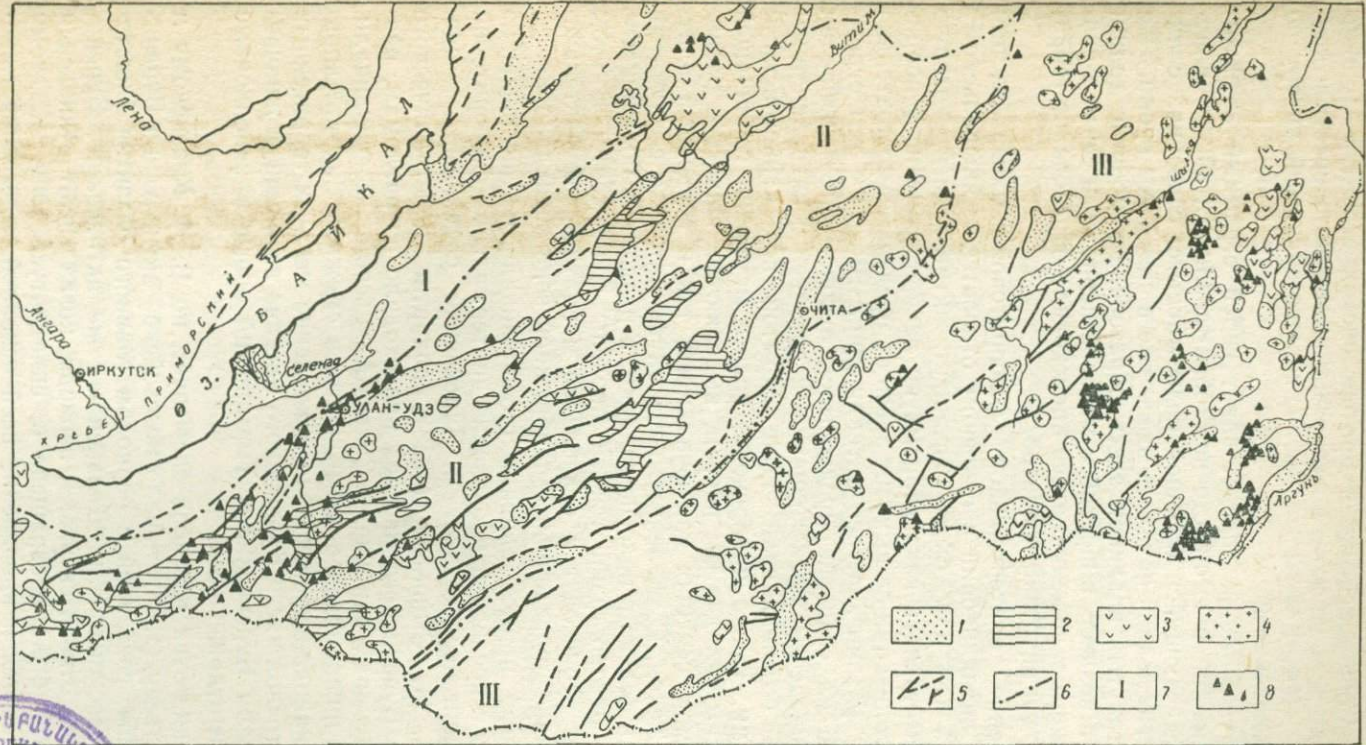


Рис. 2. Схема размещения наложенных впадин и эпитермальных флюоритовых месторождений в активизированных зонах Забайкалья.

1 — наложенные впадины с угленосными отложениями верхнеюрского — нижнемелового возраста; 2 — остатки раннемезозойских прогибов; 3 — покровы и потоки неоген-четвертичных базальтов; 4 — киммерийские (T_3-Cr_1) гранитоиды: биотитовые, лейкократовые и аляскистовые граниты, диориты, сиенито-диориты; 5 — тектонические нарушения (наблюдаемые и предполагаемые); 6 — границы разновозрастных структурных зон; 7 — структурные зоны: I — байкальская, II — каледонская, III — герцинская; 8 — флюоритовые месторождения и проявления.



ная активизация архейских и протерозойских структур Прибайкалья в эпоху каледонского диастрофизма. Можно привести и другой пример — Юго-Восточный Китай, хорошо знакомый автору по личным наблюдениям.

Эта часть материка представляет собой огромный антиклинорий, возникший в юго-восточном обрамлении Китайской платформы и отличающийся большой подвижностью, связанной с активизацией. Последняя началась здесь уже в синийское время. Уже тогда в вытянутых впадинах здесь образовались мощные толщи отложений, а позднее, в юрский и меловой периоды, в связи с разломами раннего заложения здесь происходило образование терригенных пород и интрузий гранитов.

Проявление эпитермальной флюоритовой минерализации в пределах антиклинория в основном относится к яньшаньскому времени (J—Cg). Оно было связано с активизацией, которую можно рассматривать как автономную; распространение флюоритовой минерализации не выходит здесь за пределы самостоятельно (автономно) развивающегося антиклинория. Вместе с тем огромное влияние на создание предпосылок автономной активизации оказывали процессы, происходившие в соседней с антиклинорием мезозойской геосинклинали, ныне скрытой под кайнозойскими сооружениями. Так, в прибрежной полосе материка, граничащей с мезозойским складчатым поясом, выделяются области с развитием разломов, секущих как фундамент, так и осадочный платформенный чехол. С удалением же в глубь материка складчатый чехол собран только в пологие складки, а разломы в большинстве случаев не распространяются за пределы фундамента. В этом направлении происходит и ослабление магматической деятельности, интенсивно проявленной в прибрежной зоне антиклинория.

Наглядный пример влияния геосинклинали на активизацию и связанное с последней проявление эпитермальной флюоритовой минерализации представляет и Буреинский срединный массив. Согласно А. М. Смирнову (1958), поднятие кристаллического фундамента Буреинского массива происходило по разломам, развивавшимся под влиянием Сихотэ-Алиньской геосинклинали. В юрское и нижнемеловое время, когда в смежной Сихотэ-Алиньской геосинклинали происходило накопление мощных терригенных толщ, в восточной части Буреинского массива возникли ограниченные разломами Буреинский и Тырминский прогибы, заполненные угленосными отложениями.

Заложение этих прогибов знаменует, по В. И. Казанскому и В. М. Терентьеву (1968), начало мезозойской активизации Буреинского массива, связанной с периодом главного развития Сихотэ-Алиньской геосинклинали. Дальнейшая же активизация Буреинского массива относится уже к периоду, когда Сихотэ-Алиньская геосинклиналь была превращена в складчатую зону. К этому периоду относится и проявление всей основной эндогенной мине-

рализации Буреинского массива — оловянной, вольфрамовой, золотой, сурьмяной, а также эпитеpmальной флюоритовой.

Таким образом, даже из немногих приведенных примеров отчетливо видно, что попытки некоторых исследователей увязать проявление эпитеpmальной, в том числе и флюоритовой, минерализации с отраженной активизацией имеют серьезные основания. Все дело только в том, что эта связь в большинстве случаев не прямая; в результате отраженной активизации создаются предпосылки, благоприятствующие развитию активизации автономного типа и проявлению связанной с последней эпитеpmальной, в том числе флюоритовой, минерализации.

Автономной активизации не всегда предшествовала отраженная активизация. Известны примеры сводовых поднятий (например, Восточно-Африканский свод) с развитыми в них наложенными структурами и проявленной флюоритовой минерализацией эпитеpmального типа, удаленных на многие сотни и даже тысячи километров от складчатых областей.

Для территории Советского Союза эпитеpmальные флюоритовые месторождения, значительно удаленные от складчатых областей, не характерны. К ним относятся месторождения «Корабль» на Кольском полуострове и некоторые другие, сравнительно мелкие месторождения и проявления.

В качестве основных типов региональных зон развития эпитеpmальной флюоритовой минерализации можно выделить: 1) зоны развития минерализации в активизированных частях областей завершенной складчатости; 2) зоны развития минерализации в активизированных частях срединных массивов; 3) зоны развития минерализации в активизированных частях платформ и щитов.

Преимущества такого регионального подхода к типизации флюоритоносных зон очевидны, поскольку эпитеpmальная флюоритовая минерализация, с одной стороны, носит наложенный характер, с другой — она довольно однообразна по своему характеру и проявляется одновременно на значительных площадях.

В пределах активизированных областей эпитеpmальная флюоритовая минерализация проявлена главным образом в сводовых поднятиях. Это центральный флюоритоносный район Западного Забайкалья, Чаткальский и Кураминский районы Тянь-Шаня, Волновахская металлогеническая зона Приазовья, Центрально-Алданский и другие районы.

Возникновение сводовых поднятий, как уже отмечалось, связано с процессами автономной активизации и является одной из структурных форм ее проявления. Размещение флюоритовых месторождений в пределах сводовых поднятий объясняется прежде всего длительной тектонической ослабленностью последних.

Рассмотрение региональных особенностей размещения эпитеpmальной флюоритовой минерализации позволило выявить также и такую важную закономерность, как преимущественное развитие ее в сочленении или вблизи сочленения областей различной мо-

бильности, например, складчатых областей и платформ (Приазовье), разновозрастных складчатых зон (Забайкалье), резко различных по степени консолидации, и т. д.

Характерно при этом, что флюоритовые месторождения всегда размещаются в структурах относительно менее мобильных, более жестких. Так, одна из важнейших флюоритоносных зон в Восточном Забайкалье, выделенная нами в свое время под названием Ульдургинской и являющаяся частью весьма протяженного так называемого Северного флюоритоносного пояса, приурочена к сочленению каледонид и герцинид, но размещается почти исключительно в каледонидах. В последних размещается одно из крупнейших в Восточном Забайкалье Усуглинское флюоритовое месторождение и целый ряд других месторождений и проявлений, а на продолжении зоны к юго-западу — вся основная флюоритовая минерализация Западного Забайкалья.

Региональные рудоконтролирующие разломы и особенности их строения и развития

На приуроченность эпитермальных флюоритовых месторождений Забайкалья к зонам региональных разломов обратил внимание еще Ю. А. Билибин. Позднее значение этих структур как контролирующих эпитермальную флюоритовую минерализацию было показано в работах Г. Г. Грушкина, А. А. Якжина, А. Т. Соловьева и Н. В. Струве, В. С. Кормилицына, А. Д. Щеглова, К. Б. Булнаева, Ц. О. Очинова и др.

Систематизация данных по региональным рудоконтролирующим разломам показывает, что среди них могут быть выделены разломы разных порядков:

а) разломы протяженностью, измеряемой сотнями километров, сопоставимой с протяженностью флюоритоносных поясов. Например, зона разломов, отделяющая герциниды от каледонид в пределах Монголо-Забайкальской складчатой области и контролирующая флюоритовую минерализацию так называемого Северного флюоритоносного пояса Забайкалья; зона разломов, развитых на сочленении складчатого Донбасса и Приазовского кристаллического массива, и др.; б) разломы более мелкие, соподчиненные первым. Их протяженность измеряется обычно десятками километров.

Региональные рудоконтролирующие разломы имеют, как уже отмечалось, глубинное заложение. На это указывает значительная их протяженность, проявление вдоль них магматизма основного состава, геофизические и другие данные. Большинство разломов, контролирующих размещение эпитермальной флюоритовой минерализации, развивалось длительно и неоднократно обновлялось, что подчеркивается многими исследователями — М. И. Триполь-

ской, С. В. Нечаевым, Т. В. Билибиной, В. И. Сизых, Р. И. Гурки-
сом и др.

По глубинным разломам часто граничат разновозрастные складчатые зоны. Многие из них маркируются наложенными впадинами, в бортовых частях которых проявлена мощная флюоритовая минерализация западных и отчасти восточных районов Забайкалья и некоторых других. К бортам этих впадин явно тяготеют также флюоритовые месторождения Малого Хингана (Тырма-Бурейнская впадина), Восточной Монголии, Средней Азии и многих других провинций.

Рудоконтролирующие разломы в пределах складчатых областей ограничивают наложенные впадины либо только в одном, либо (что реже) в обоих бортах, при этом направление как впадин, обычно узких и сильно вытянутых, так и ограничивающих разломов чаще всего совпадает с общим направлением складчатых зон. В пределах платформ и срединных массивов рудоконтролирующие разломы, ограничивающие наложенные впадины, могут быть ориентированы в разных направлениях.

Естественно, что не все рудоконтролирующие разломы маркируются наложенными впадинами. Более того, во многих флюоритоносных районах наложенные впадины отсутствуют вовсе. В некоторых районах связь флюоритовой минерализации с наложенными впадинами только временная. Так, на Алданском шите район развития флюоритовой минерализации удален более чем на 100 км от ближайшей Чульманской угленосной наложенной впадины.

Большинство региональных рудоконтролирующих разломов относится к категории крутопадающих разрывных нарушений типа сбросов и сбросо-сдвигов. В зонах развития таких разломов размещается вся основная флюоритовая минерализация Забайкалья, Средней Азии, Казахстана, Украины, Пайхоя. Крутопадающие разломы контролируют также размещение флюоритовой минерализации в иллинойс-кентуккийской, мексиканской и других важнейших флюоритоносных провинциях мира.

Рудоконтролирующие разломы в большинстве случаев отчетливо выражены на поверхности. Вместе с тем существует также обширная группа скрытых рудоконтролирующих разломов. К ним относятся региональные разломы, контролирующие флюоритовую минерализацию Побужской металлогенической зоны, многие разломы междуречья Унды и Борзи (Восточное Забайкалье) и др. Наличие на глубине скрытых разломов фиксируется на поверхности зонами гидротермального изменения пород, развитием поясов даек, линейным размещением мелких интрузий и т. д. Некоторые скрытые рудоконтролирующие разломы были обнаружены только с помощью геофизических методов (Побужье).

Как бы ни были проявлены рудоконтролирующие региональные разломы на поверхности, они, по-видимому, всегда являются в значительной мере сложными разломами, при этом в зависимости от степени сложности своего строения они могут либо выпол-

нять только роль рудоподводящих структур, либо служить также и структурами рудовмещающими.

Сложным строением характеризуются флексурные изгибы, участки расщепления региональных разломов, их взаимного пересечения и т. д., и в них размещаются многие важные рудные узлы. Интересен в этом отношении Центральный район Западного Забайкалья, где пересекаются зоны разломов различных направлений и размещена вся основная промышленная минерализация этой части провинции. Сами разломы проявлены здесь неотчетливо, носят скрытый характер, но их наличие можно предполагать на основании общих геометрических построений. Здесь сходится пучок разломов, вернее, зон разломов, расходящихся веерообразно в восточном и северо-восточном направлениях в соответствии с направлением основных структур.

Другой, более простой пример представляет Покрово-Киреевский рудный узел (Приазовье), где эпитермальная флюоритовая минерализация размещается на пересечении четко выраженных двух взаимно перпендикулярных систем региональных разломов. Этот пример является своего рода классическим: одна из систем разломов совпадает здесь по направлению с региональными структурами Донбасса, в зоне сочленения с которым находится рудный узел, другая — почти строго перпендикулярна к ней.

Закономерности связи минерализации с магматизмом

Данные полевых наблюдений позволяют в настоящее время выделить несколько типов магматических образований, с которыми наиболее тесно пространственно ассоциируют эпитермальные флюоритовые месторождения: 1) трещинные интрузии щелочных и субщелочных гранитов (гранитные интрузии кукульбейского комплекса в Восточном Забайкалье, некоторые гранитные интрузии Тянь-Шаня и др.); 2) дайки натриевых сиенитов (хурайбайбинский комплекс Западного Забайкалья); 3) сиенитовые интрузии центрального типа (Алданский район); 4) кислые вулканогенные образования — риолиты, кварцевые порфиры и близкие к ним по составу породы.

Наиболее мощная флюоритовая минерализация, несущая все черты минерализации эпитермального типа, проявлена на территории СССР в поясах и зонах развития вулканогенных образований, которые, по-видимому, являются наиболее перспективными для возможного выявления новых промышленных флюоритовых месторождений, на что неоднократно указывал автор (Соловьев, 1959).

Флюоритовая минерализация ассоциирует здесь с комплексом кварцевых порфиров и близких к ним по составу и условиям образования пород и занимает ту же структурную позицию; и вулканогенные образования, и флюоритовая минерализация размещаются в бортовых частях Усуглинской (Ульдургинской) наложенной

впадины. На тесную связь флюоритовой минерализации с вулканогенными образованиями указывает также близкий их возраст, наличие миароловых пустот в эффузивах, выполненных флюоритом, наличие флюоритовых прожилков в эффузивах и другие признаки. Эти же признаки позволили некоторым исследователям (Строна, 1960; Татаринов и Строна, 1967; А. А. Иванова, 1965 и др.) высказать соображения о тесной связи с липаритами основной промышленной флюоритовой минерализации Приаргунья.

Связь эпитермальной флюоритовой минерализации с кислыми эффузивами отчетливо проявляется не только в Забайкалье, но и в других флюоритоносных провинциях СССР. В пределах Тянь-Шаня, например, мощная флюоритовая минерализация приурочена к так называемой Оясайской зоне развития кислых эффузивов. Тесная связь эпитермальной флюоритовой минерализации с кислыми эффузивами установлена сейчас также в Южном Казахстане (Я. П. Самсонов и др.), где с ними связывается образование крупнейшего в Советском Союзе эпитермального флюоритового месторождения Таскайнар.

С кислыми эффузивами связано также и образование крупнейших эпитермальных флюоритовых месторождений Мексики — одного из самых крупных флюоритовых районов мира. По данным А. Левинсона (Levinson, 1962), флюоритовая минерализация наиболее тесно ассоциирует здесь с риолитами, с которыми, по данным М. Стаатца и Ф. Остервальда (Staatz and Osterwald, 1959), также тесно ассоциируют флюоритовые месторождения штата Юта в США.

В последнее время целый пояс развития вулканогенных пород кислого состава, в пределах которого размещается промышленная эпитермальная флюоритовая минерализация, выделен в западной части Чешского массива, вблизи границы с Саксонией.

Необходимо подчеркнуть, что как с вулканогенными, так и другими перечисленными выше магматическими образованиями эпитермальные флюоритовые месторождения находятся в большинстве случаев не в прямой генетической, а лишь в парагенетической связи. Это доказано многочисленными геологическими наблюдениями и находит теоретическое объяснение.

Сейчас установлено, что более легко фтор выносятся из магматических очагов, в которых натрий преобладает над калием (Соловьев, Чупров, Майжес, 1967; Шукин и Титов, 1968 и др.). В перечисленных же выше магматических образованиях, с которыми ассоциируют флюоритовые проявления, такое соотношение щелочей отмечается только в сиенитах.

Вывод о глубинных магматических источниках эпитермальной флюоритовой минерализации значительно расширяет площади поисков на флюорит, так как включают в сферу поисков и те участки зон региональных разломов, где магматические образования, парагенетически связанные с флюоритовыми проявлениями, отсутствуют.

III. ЛОКАЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ЭПИТЕРМАЛЬНЫХ ФЛЮОРИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Локальные закономерности размещения эпитеpmальных флюоритовых месторождений в основном определяются разнообразием структурных факторов — разрывными нарушениями различных порядков, их характером, ориентировкой по отношению к элементам залегания пород и т. д., а также литологическим составом пород и их физико-механическими свойствами, стадийностью процессов рудообразования, зональностью строения месторождений и рудных площадей и, наконец, эрозионным срезом. Другие факторы, такие как возраст минерализации, тектонический режим и т. п., естественно утрачивают значение.

Структурные факторы

Структурами, непосредственно вмещающими эпитеpmальные флюоритовые месторождения, чаще всего являются структуры локальные, соподчиненные региональным и сопряженные с ними в своем развитии. Но и региональные структуры при известных условиях могут заключать в себе промышленные флюоритовые тела. Обычно это отдельные участки региональных разрывных нарушений, имеющие сложное строение.

В табл. 2 дана сжатая классификация структур, контролирующей локализацию эпитеpmальных флюоритовых месторождений в пределах важнейших флюоритоносных провинций СССР, и отражена относительная распространенность их в региональных флюоритоносных зонах различных типов.

Влияние литологического состава и физико-механических свойств пород на локализацию оруденения

Многие исследователи эпитеpmальных флюоритовых месторождений подчеркивают, что последние встречаются среди самых разнообразных по составу пород. Но это лишь эмпирический вывод. В действительности состав пород оказывает колоссальное влияние как на характер флюоритового оруденения, так и на его масштабы. Так, известно, что такие крупнейшие эпитеpmальные флюоритовые месторождения мира, как месторождения Иллинойс и Кентукки (США), Таскайнар, Покрово-Киреевское и др. (СССР) локализованы в карбонатных породах. Литологический состав пород влияет также и на минеральный состав руд, их текстуры и т. д. Так, например, мономинеральные флюоритовые месторождения размещаются преимущественно в песчано-сланцевых толщах, кварцево-флюоритовые — гранитоидах, кварцево-флюорито-баритовые — среди вулканогенных образований (месторождения Усугли, Абагатуйское и др.). Последнее отмечается многими

исследователями — М. И. Моисеевой (1964), Г. Н. Комаровой (1969) и др.

Не меньшее влияние на образование флюоритовых месторождений оказывают также физико-механические свойства пород — хрупкость, вязкость, проницаемость и т. д. Хрупкие породы являются благоприятной средой для развития структурных предпосылок оруденения. Этим объясняется преимущественная приуроченность флюоритовых месторождений Западного Забайкалья к выходам древних метаморфических пород, широкое развитие флюоритовой минерализации в песчано-сланцевой толще в пределах Тургинского рудного поля при полном отсутствии его в глинистых сланцах и т. д. Вязкие породы оказывают благоприятное влияние на локализацию оруденения (месторождения Бадам, Аурахмат и др.) в качестве экрана. Прекрасный пример экранирования при пологом залегании слоев представляет Побужская зона.

Древнейшими породами зоны являются граниты, гнейсы и гибридные магматические образования докембрия. На них почти горизонтально налегает немая толща нижнекембрийского возраста, сложенная песчаниками в нижней части разреза и выше — песчаниками, алевролитами и глинистыми сланцами. Все основные флюоритовые тела локализованы в песчаниках (ольхедаевский горизонт) в зоне контакта с самой нижней по разрезу пачкой глинистых сланцев и алевролитов (ломозовский горизонт).

В рассмотренном примере влияние вязкости или пластичности пород на рудоотложение было непосредственным. Положительное влияние вязкие породы оказывают также на развитие благоприятных для рудоотложения разрывных структур в тех случаях, когда они переслаиваются с породами слишком хрупкими.

Исключительно важное значение для образования флюоритовых (и не только флюоритовых) месторождений, в особенности метасоматических залежей, имеет влияние такого фактора, как пористость пород. Последняя является функцией трещиноватости и, несомненно, относится к числу главнейших параметров, регулирующих рудоотложение. Изучение этого параметра было предпринято А. И. Зарицким на примере известняков, вмещающих Покрово-Киреевское флюоритовое месторождение. При этом были определены диффузионная пористость известняков, объемный вес, свободное водопоглощение и коэффициент фильтрации по результатам многочисленных откачек.

В результате было установлено, что слишком высокая пористость среды рудообразования, даже карбонатной, может обусловить появление в основном прожилковых образований флюорита и лишь слабое проявление метасоматоза. Было установлено также, что проницаемость пород в большей мере определяется их дизъюнктивно-пликативной нарушенностью, чем внутренней структурой.

В метасоматических процессах рудообразования различают, как известно, стадию поступления растворов, на которой ведущая роль отводится трещиноватости или «макропроницаемости» пород,

Таблица главнейших структур, контролирующих локализацию эпитермальных флюоритовых месторождений и рудных узлов

| Типы структур | Особенности структур и условий их развития | | | Промышленное значение структур | Месторождения |
|--|--|-------------------|---------------|--|--------------------------------|
| | зоны завершенной складчатости | срединные массивы | платформы | | |
| Участки сложного строения в пределах отдельных разломов | Наиболее благоприятны разломы протяженностью от нескольких до первых десятков километров. Менее благоприятны более протяженные разломы. Рудные тела в них локализуются редко | | | Значительное. Месторождения немногочисленны, но имеют важное промышленное значение | |
| Участки пересечения региональных разломов | Крупные зоны дробления, возникающие на пересечении двух, реже большего числа разломов, один из которых субпараллелен региональным складчатым структурам, направлению складчатых поясов и другим региональным структурным элементам, другие — сопряжены с ним под разными углами. На платформах один из пересекающихся основных разломов обычно ориентирован субпараллельно ее краю | | | Значительное. Отдельные месторождения характеризуются крупными размерами | Покрово-Киреевский рудный узел |
| Трещины оперения: а) субпараллельные главному разлому | Развиты в основном в участках изгибов главных разломов | Не характерны | Не характерны | Подчиненное. Единичные месторождения имеют важное промышленное значение | Чибаргата, Агата |

| | | | | | |
|--|--|--|---|--|---------------------------|
| <p>б) перпендикулярные и косоориентированные по отношению к разломам</p> <p>в) системы пересекающихся опяряющих трещин</p> | <p>Основные рудовмещающие структуры. Развиваются преимущественно в бортовых частях наложенных впадин, в приподнятых блоках. Возникают в областях ранней постконсолидационной активизации, а при отсутствии наложенных впадин — в обоих сопрягающихся по региональному разлому тектонических блоках</p> <p>Структуры развиваются при пересечении трещин различных направлений</p> | <p>Структуры развиваются в обоих соприкасающихся блоках. Наложённые впадины чаще всего отсутствуют. Отмечается развитие структур в прибортовых частях синеклиз</p> <p>Структуры изучены недостаточно</p> | <p>Значительное, в особенности для областей завершённой складчатости</p> <p>В целом незначительное для образования жил выполнения. Благоприятное для образования метасоматических залежей</p> | <p>Усугли, Харасунское, некоторые месторождения Тургинской группы</p> <p>Бурун-Ула</p> | |
| <p>Надвиги</p> | <p>Не изучены</p> | <p>Не изучены</p> | <p>Развиваются вблизи региональных крутопадающих разрывных нарушений при наличии выступов на стенках сбрасывателя</p> | <p>Месторождения единичны, но среди них встречаются крупные</p> | <p>Покрово-Киреевское</p> |
| <p>Складчатые структуры</p> | <p>Рудные тела локализируются в сводовых частях локальных антиклинальных структур, преимущественно в карбонатных породах, вблизи региональных разломов</p> | <p>Не характерны</p> | <p>Значительное. Месторождения немногочисленны, но имеют важное промышленное значение</p> | <p>Аурахмат</p> | |

| Типы структур | Особенности структур и условий их развития | | | Промышленное значение структур | Месторождения |
|--|---|---|---------------|---|----------------|
| | зоны завершённой складчатости | срединные массивы | платформы | | |
| Межформационные и межпластовые ослабленные зоны: | | | | | |
| а) несогласий | Наиболее характерны для несогласий между резко различными по составу и условиям образования породами | Не изучены | | Значительное | Таскайнар |
| б) конседиментационного дробления | Не характерны | Пологозалегающие зоны дробления преимущественно в карбонатных породах | | Ограниченное | Жиган |
| Зоны развития даек | Наиболее часты ассоциации флюоритовых месторождений и проявлений с близкими им по возрасту дайками. Рудные тела чаще локализуются в экзоконтактах | | | Контролируют локализацию многих месторождений | Поворотнинское |
| Зоны контакта тектонических блоков | Развиваются преимущественно в извилистых участках зоны контакта | | Слабо изучены | Значительное | Хурайское |

и стадию замещения, протекающую при преобладающем влиянии характера межзерновой пористости. Процессы замещения могут происходить только в сверхтонких порах (10—30 Å), в более крупных капиллярах имеет место лишь отложение вещества. Иными словами, трещинообразование и брекчирование являются главными факторами, обеспечивающими подачу растворов в систему, где происходит рудоотложение, а процесс замещения идет в результате диффузионного фильтрационного перемещения вещества в межзерновых порах. Перемещение вещества в процессе замещения происходит на сравнительно малые расстояния. Отсюда следует, что и в образовании метасоматических залежей главенствующую роль играет трещиноватость пород. Это еще раньше отмечалось нами при изучении метасоматических залежей Алдана. На это же указывалось Л. Карриером и другими исследователями при изучении иллинойс-кентуккийских флюоритовых месторождений.

Сложное сочетание трещиноватости, пористости и неоднородности среды определяет не только характер процессов рудопроявления, но также морфологию и размеры рудных залежей. Естественно, что трещинная и межзерновая проницаемость по-разному проявляются в различных породах. Для карбонатных пород могут быть одинаково характерны и пористость и трещиноватость, поэтому наряду с метасоматическими залежами флюорита в них развиты также жилы выполнения. Породам алюмо-силикатного состава свойственна в основном трещиноватость.

Важно отметить, что степень межзерновой проницаемости пород в значительной мере зависит от крупности слагающих их минеральных зерен и степени их плотности. Более эффективная пористость присуща известнякам, претерпевшим перекристаллизацию, а в алюмосиликатных породах — крупнозернистым и порфиридовидным разновидностям. К ним часто и приурочены крупные промышленные тела флюоритовых руд.

Обобщение имеющихся данных позволило также заметить, что эпитермальные флюоритовые месторождения часто локализируются в доломитах и в зонах их развития. Это объясняется тем, что содержащийся в доломитах рассеянный флюорит, высадившийся из морских вод при определенной их солености, мог в благоприятных условиях (наличие зон глубинных разломов, прогрев вод под влиянием магматической деятельности и т. п.) служить дополнительным источником фтора при образовании флюоритовых месторождений. В. Петерс установил широкий диапазон условий такого накопления и последующей миграции фтора в истории развития флюоритоносного пояса Скалистых гор. Это же было показано А. И. Зарицким (1968) для Восточного Приазовья.

Следует отметить также частую ассоциацию эпитермальных флюоритовых месторождений с органикой. Но это в такой же мере и региональная закономерность. А. Шермет (Chermette, 1960) указывает, например, на размещение многих флюоритовых средне-

низкотемпературных месторождений Франции по периферии угленосных бассейнов. Он увязывает это со структурным положением месторождений, размещающихся в зонах региональных разломов, оконтуривающих угленосные бассейны Центрального французского массива. Непосредственно вмещающей средой этих месторождений являются угленосные породы, углистые сланцы, а это, по-видимому, указывает на какие-то более тесные связи оруденения с органикой.

В этом отношении интересны образцы эпитермальных образований флюорита, привезенные недавно А. Д. Щегловым из Западного Пакистана. В них Ю. Ф. Левицким были обнаружены жидкие первичные включения, сильно пахнущие керосином.

Стадии минерализации

Благоприятным при оценке районов с развитием эпитермальной флюоритовой минерализации является установление признаков стадийности рудообразования и ее характера.

Под стадией минерализации мы понимаем интервал минералообразования в тектонически относительно спокойных, устойчивых условиях, которые подвержены периодическим нарушениям в связи с тектоническими подвижками. Характер, продолжительность и число этих нарушений не являются одинаковыми даже для месторождений одной группы, одного рудного узла, не говоря уже о месторождениях, территориально значительно разобщенных. Каждому из месторождений присущи какие-то свои, специфические черты стадийности, поэтому полная сопоставимость последней даже в пределах одного рудного узла, одного рудного поля не всегда возможна. Более того, даже в пределах одного месторождения отдельные стадии минерализации могут то выпадать в различных его частях, то, наоборот, проявляться более полно и отчетливо. Это подчеркивает, в частности, М. И. Моисеева, изучавшая флюоритовые месторождения Чаткало-Кураминского района Тянь-Шаня. Она пишет, что «минералогический состав флюоритовых месторождений прост и одинаков для всех месторождений района; различаются они лишь стадиями минерализации» (Моисеева, 1964).

Тем не менее накопленные к настоящему времени сведения о стадийности минералообразования позволяют подметить некоторые общие для многих эпитермальных флюоритовых месторождений закономерности. Так, в Забайкалье полный цикл минералообразования, проявленного в пределах отдельных месторождений и рудных полей, можно подразделить на следующие основные последовательные стадии: 1) раннюю, кварцевую; 2) среднюю, флюоритовую; 3) позднюю, кварцевую.

Такая схема стадийности характерна для многих флюоритовых месторождений не только Забайкалья, где она впервые и была установлена А. Д. Щегловым и К. Б. Булнаевым, но и для других

флюоритоносных провинций. Вместе с тем ее следует рассматривать именно как схему, поскольку стадийность многих флюоритовых месторождений, в особенности месторождений других провинций, либо не отвечает ей, либо отвечает частично.

Так, В. С. Польшковским на месторождении Могов (Средняя Азия) выделяются стадии: ранняя — кремнисто-карбонатная (флюорит отсутствует); средняя — кремнисто-кальцито-флюоритовая и поздняя — карбонатно-сульфидная.

На месторождении Абшир (Средняя Азия) могут быть выделены стадии: ранняя — кремнисто-карбонатная (без флюорита); средняя — кварцево-сульфидно-флюоритовая и поздняя — флюорито-сульфидно-карбонатная.

На месторождении Красные Холмы (Южный Гиссар), если не считать ранних, сравнительно незначительных самостоятельных выделений кальцита, могут быть выделены стадии кварцево-кальцитовая, кальцит-барит-флюоритовая и кварцевая. Почти такого же характера стадийность установлена на соседнем месторождении Кальтуч. Отличие состоит лишь в том, что средняя стадия не сопровождалась здесь выделением барита.

Наиболее близко отвечают приведенной выше схеме стадийности монгольские флюоритовые месторождения, что свидетельствует о единстве их с флюоритовыми месторождениями Забайкалья. По данным Н. Ф. Константинова и Н. А. Зиминной (1966), здесь также отчетливо выделяются ранняя стадия — кварцевая, средняя — флюоритовая и поздняя — кварцевая.

Таким образом, приведенная схема стадийности для Забайкалья и Монголии, составляющей с Забайкальем единую флюоритоносную провинцию, является довольно устойчивой, хотя и здесь известно немало случаев отклонения от нее. Еще больше отклонений наблюдается в других флюоритоносных провинциях, но и здесь наблюдаются некоторые существенные черты сходства стадийности минералообразования: почти на всех месторождениях в раннюю стадию минерализации выделяется в основном кварц; следующая стадия — основная флюоритовая. И только более поздние стадии часто трудно сопоставимы.

Поздняя кварцевая стадия часто редуцирована и вместо нее проявлены стадии с иной минерализацией. Но сама по себе эта стадия вполне закономерна. Последнее отмечается А. Д. Щегловым (1966), К. Б. Булнаевым (1964), А. А. Черепановым и Г. Г. Грушкиным (1961), А. Т. Соловьевым и др. для Забайкалья; В. С. Польшковским, Ю. А. Новосельцевым, А. Т. Соловьевым и др. для Средней Азии; Л. С. Пузановым для Урала; М. Н. Стаатцем и др. (Staatz and others, 1959) для флюоритоносных районов США и т. д.

Причины проявления стадийности не совсем ясны. По-видимому, они связаны с общей эволюцией находящихся на глубине рудоносных очагов и эволюцией состава рудообразующих растворов. О. Д. Левицкий и В. И. Смирнов (1955) видят их в «последовательном, прерывистом отщеплении от родоначального магмати-

ческого очага рудоносных растворов различного состава и соответствующем последовательном отложении руд также различного состава». Некоторые геологи большую роль при этом отводят также периодически повторяющимся изменениям внешнего давления в боковых породах, которые, несомненно, влияли на проявление стадийности. И. В. Дербигов (1937), например, отмечает функциональную зависимость изменения минерального состава гидротермальных жил от тектонических проявлений.

Эти проявления приводили к нарушению устойчивости в участках земной коры, где происходило формирование месторождений, возобновлению трещинообразования и брекчированию. Последнее обычно наблюдается на границе минералообразования двух смежных стадий. Так, например, на упоминавшемся уже месторождении Таменга роговиковый кварц (ранняя кварцевая стадия) раздроблен и цементируется флюоритом. Четкая цементация обломков флюорита (средняя стадия) халцедоновидным кварцем видна на Хурайском месторождении.

На границе двух различных стадий минералообразования тектонические подвижки, выражающиеся в дроблении ранее образованных минеральных комплексов, проявлены, как правило, отчетливо, однако дело, по-видимому, не только в силе тектонических проявлений, но и в их продолжительности; длительный перерыв в минералоотложении обеспечивает заметное изменение температур и состава рудообразующих растворов в процессе общей их эволюции и заметное отличие минерального состава последующей стадии. Кратковременные и относительно слабые по силе тектонические проявления в зоне минералообразования приводят лишь к локальному дроблению руд, не влияя существенно на состав последующих минеральных отложений. Они также обуславливают стадийность в минералоотложении, но она, как правило, не контрастна и не может служить критерием для оценки месторождений.

На фоне основной, контрастной стадийности минералообразования почти всегда можно выделить стадии более мелкие — периоды отложения минералов, также разделенные проявлениями тектонических подвижек, дроблением.

Изменение минерального состава гидротермальных месторождений в процессе их формирования подчинено, как известно, законам непрерывности и цикличности. Последние изучались Д. В. Рундквистом (1963), А. Д. Щегловым и др. для различных эндогенных месторождений и могут быть применены к эпитермальным флюоритовым месторождениям. Д. В. Рундквист пришел к выводу, что эволюция процесса минералообразования в относительно кратковременные периоды (части процесса) повторяет общую эволюцию процесса минералообразования. «Эта особенность, — пишет Д. В. Рундквист, — заключается в том, что в каждом последующем периоде закономерно получают все более полное развитие соответственно все более поздние образования общего процесса».

Эта мысль была высказана еще Дж. Ноблом, а также А. Д. Щегловым, отметившим сходство последовательности отложения минералов в пределах как одной стадии, так и «по-видимому, даже месторождений».

Сущность этого правила, по Д. В. Рундквисту, заключается в том, что все более поздние прожилки и жилы закономерно обогащаются минералами все более поздних моментов образования. «Последовательность развития минералообразования, — пишет он, — в отдельные, относительно короткие периоды, обособленные тектоническими подвижками, в общих чертах повторяет ту же направленность процесса, которая наблюдается и в несоизмеримо более крупном масштабе времени развития всей постмагматической минерализации».

Последовательность минералообразования, установленная для эпитермальных флюоритовых месторождений, в большинстве случаев довольно хорошо укладывается в приведенную схему, которая не только помогает разобраться в строении рудных тел, но и дает возможность отличить закономерное, последовательное минералообразование от наложенной минерализации в пределах конкретных месторождений. М. И. Моисеевой (1964) описывается подобный тип минерализации для месторождения Суппаташ (Тянь-Шань) и высказывается интересное соображение о возможном переотложении флюорита под действием вадозных вод и обогащении им более глубоких горизонтов рудной зоны.

Изучение стадий минерализации имеет большое значение для перспективной оценки месторождений. Известно, что почти все промышленные эпитермальные флюоритовые месторождения являются многостадийными. Существует как бы прямая зависимость между числом стадий и размерами месторождений. Так, по данным Ю. А. Новосельцева (1970), наиболее крупное флюоритовое месторождение Такоб (Южный Гиссар) сформировалось в семь стадий, уступающее ему по размерам, но также крупное месторождение Кандара — в пять стадий и т. д.

Зональность строения месторождений

При выявлении перспективных участков в пределах выявленных площадей весьма важным может оказаться изучение зональности месторождений. Наиболее важное значение зональность может иметь при поисках и оценке флюоритовых жил выполнения. Именно для районов распространения этого типа минерализации устанавливается наиболее отчетливая горизонтальная и вертикальная зональность.

Горизонтальная зональность эпитермальных флюоритовых месторождений обусловлена в основном стадийностью рудообразования и находит свое выражение прежде всего в преимущественном развитии многостадийных промышленных флюоритовых или существенно флюоритовых жил в центральных частях зон раз-

рывных нарушений и одностадийных, существенно кварцевых или кварцевых жил, не имеющих промышленного значения, — на их периферии.

Важно отметить, что горизонтальная зональность иногда отчетливо видна и в характере гидротермального изменения пород в зонах развития эпитеpмальной минерализации. Так, например, зоны развития альбитизации, ортоклазизации, пиритизации, аргиллитизации и некоторые другие обычно близко прилегают к рудным зонам и не распространяются далеко за ее пределы. Значительно шире зоны окварцевания, каолинизации и т. д. Это — общая схема. В действительности же картина горизонтальной зональности значительно сложнее, что обусловлено интерференцией процессов гидротермального изменения пород в процессе формирования месторождений. Лучше изучена вертикальная зональность строения эпитеpмальных флюоритовых месторождений.

В настоящее время, когда многие эпитеpмальные флюоритовые месторождения Забайкалья, Средней Азии и других флюоритовых провинций хорошо разведаны и выработаны на большую глубину, по вертикальной зональности накоплен обширный и хорошо проанализированный материал. Этот материал в значительной мере систематизирован и нашел теоретическое объяснение в работах В. С. Кормилицына и А. А. Ивановой (1959), А. Д. Шеглова (1964), А. Т. Соловьева (1964), П. А. Котова и А. А. Котовой (1966), Г. Г. Грушкина, А. А. Черепанова и др.

К числу важнейших признаков или элементов вертикальной зональности эпитеpмальных флюоритовых жильных месторождений могут быть отнесены такие, как изменение с глубиной минерального состава жил, характера околорудных изменений пород, текстур руд, характера минералов и т. д.

В распределении минералов эпитеpмальных флюоритовых жил давно подмечена одна важнейшая закономерность — постепенное увеличение содержания кварца с глубиной и резкое преобладание его на нижних горизонтах жил.

Смена флюоритового и кварцево-флюоритового состава жил кварцевым на нижних горизонтах установлена сейчас на многих разведанных и эксплуатирующихся месторождениях, таких как Усугли, Солонечное, Такоб, Кандара, Наугарзан и др., и считается закономерной.

Кварц нижних горизонтов жил преимущественно роговиковый, реже халцедоновидный. Иногда на этих горизонтах развивается пирит (месторождение Калангуйское), изредка адуляр (Солонечное, Хурайское и другие месторождения), карбонаты и другие минералы.

Если месторождение близко к мономинеральному флюоритовому, то на нижних его горизонтах преимущественное развитие иногда получает массивный флюорит зеленого и ярко-фиолетового цвета, в то время как на более высоких горизонтах преимущест-

венное, а то и основное развитие получает флюорит шестоватый, тусклый, дымчатой окраски. Это было отмечено еще П. П. Пилипенко (1937), изучавшим Калангуйское месторождение, позднее А. В. Латковым, А. А. Ивановой и др.

На более высоких горизонтах жил убывает относительное значение кварца и возрастает значение флюорита. Меняется и характер этих основных компонентов флюоритовых жил. Наряду с роговиковым кварцем широкое развитие приобретает гребенчатый кварц (месторождения Солонечное, Усугли и др.). На некоторых месторождениях развит полосчатый роговиковый кварц различных оттенков и генераций (месторождение Таменга). Преобладают обычно серые и темно-серые разности роговикового кварца. Флюорит прозрачный, шестоватый. На некоторых месторождениях развиты фарфоровидные разности флюорита. Карбонаты сохраняют свое значение, но присутствуют в подчиненном количестве. Встречается пирит. Впервые появляются барит и сульфиды свинца и цинка. На некоторых месторождениях развиты также минералы группы каолинита.

На еще более высоких горизонтах преобладает халцедоновидный кварц — весьма характерный минерал эпитермальных жильных флюоритовых месторождений. Иногда, как например на Ново-Павловском месторождении (Западное Забайкалье), вся верхняя часть жилы сложена халцедоновидным кварцем, заключающим в себе лишь рассеянную вкрапленность флюорита. Значительным развитием на верхних горизонтах месторождений иногда пользуются барит, галенит, сфалерит.

Характерны различия зон также по текстурам руд и околорудному изменению пород. Так, в верхних зонах почти всех жильных эпитермальных флюоритовых месторождений широко развиты в измененных породах каолинит и минералы его группы. Значительно проявлено также окварцевание боковых пород. Слабо выражена серицитизация. С глубиной значение серицитизации возрастает и ослабевает роль каолинизации. На некоторых месторождениях в средних и верхних зонах интенсивно проявлена ортоклазизация (Кандара и другие месторождения Южного Гиссар) и в средних — альбитизация.

Приведенная схема отвечает прямой вертикальной зональности эпитермальных флюоритовых месторождений и проявляется наиболее часто. Лишь на немногих месторождениях можно наблюдать обратную зональность. В частности, по данным Ф. Я. Корытова, К. И. Якубовича и Л. С. Пузанова (1966), обратная зональность характерна для Хурайского, Бурун-Ульского и некоторых других флюоритовых месторождений Бурятии. Она проявляется здесь в развитии фарфоровидного кварца на нижних горизонтах кварцево-флюоритовых жил и в общем понижении температуры минералообразования с глубиной.

Причины вертикальной зональности эпитермальных флюоритовых месторождений разнообразны. К ним относятся температура, давление, кислотность — щелочность, концентрация компонентов, окислительный потенциал и другие.

Влияние температуры и давления чаще всего совместное и сказывается не только на текстуре руд, но также и на габитусе кристаллов флюорита. Низкотемпературный, образующий кубические кристаллы флюорит чаще всего выделяется в верхних зонах флюоритовых жил, где инкрустирует стенки трещин.

Различием в температуре образования можно объяснить и зональное распределение кварца и флюорита в жилах. Ранний («роговиковый») кварц, слагающий нижние части жил при нормальной вертикальной зональности кристаллизуется при более высокой температуре, чем флюорит. Так, на одном из флюоритовых месторождений Гиссарского хребта, согласно детальным исследованиям Д. Х. Ахмерова (1956), ранний кварц, слагающий нижние горизонты жилы, кристаллизовался при температуре $265-106^{\circ}$, а флюорит на более высоких горизонтах — при $125-45^{\circ}$.

Не менее важное значение для объяснения характера вертикальной зональности флюоритовых жильных месторождений имеет понимание режима кислотности — щелочности, режима изменения рН. Полученные автором, а также П. А. Котовым и другими исследователями данные показывают, что максимум отложения флюорита в жилах происходит из слабокислых, близких к нейтральным растворов. В близком же интервале, но несколько сдвинутом в сторону щелочности, кристаллизуется и кварц. Это незначительное смещение кривой кристаллизации кварца имеет, однако, существенное значение. Именно оно приводит к кристаллизации чистого кварца в нижних горизонтах жил. Выше, с понижением щелочности растворов, кварц кристаллизуется совместно с флюоритом.

С учетом режима кислотности — щелочности можно в значительной мере объяснить также распределение в жилах таких составляющих их минеральных компонентов, как кальцит, барит и др. Кальцит, как известно, кристаллизуется из щелочных растворов, что объясняет его образование на нижних горизонтах жил, барит, слагающий верхние зоны месторождений, — из кислых.

Интересные данные о влиянии режима кислотности — щелочности на осаждение флюорита приводят чешские исследователи И. Чадек и М. Малковский (J. Čadek, M. Malkovsky, 1963). Эти исследователи рассматривают варианты отложения флюорита из растворов различной щелочности — из сильнокислых, слабокислых, нейтральных и щелочных.

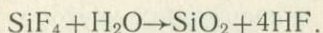
Большинство флюоритовых промышленных жил сформировалось из слабокислых растворов. В этих условиях, по И. Чадеку и М. Малковскому, отложение флюорита происходит в результате изменения карбонатного равновесия, которое обуславливает увеличение равновесной активности ионов Ca^{2+} . Это изменение вызвано

уменьшением рН или увеличением давления газообразной CO_2 в присутствии твердой фазы кальцита.

Из нейтральных и щелочных растворов, по И. Чадеку и М. Малковскому, при низкой и средней активности Ca^{2+} , типичной для нижних горизонтов жил, должен отлагаться кальцит. С повышением активности Ca^{2+} при том же значении рН вместе с кальцитом может отлагаться и флюорит, а если в дальнейшем рН понизится, что имеет место на более высоких уровнях рудовмещающих трещин, то вместо кальцито-флюоритового агрегата будет отлагаться только флюорит.

Таким образом, с учетом режима кислотности — щелочности можно найти удовлетворительное в большинстве случаев объяснение локализации кварца и кальцита на нижних горизонтах жил и флюорита — на более высоких их горизонтах. При этом кварц, очевидно, будет отлагаться только при отсутствии карбонатов и других активных кальцийсодержащих реагентов.

Ход реакции с образованием кварца на нижних горизонтах жил можно представить следующим образом. Взяв в качестве исходного соединения SiF_4 , существование которого в магматогенных растворах на какой-то стадии гидротермального процесса признается большинством исследователей, подвергнем его гидролизу. В этом случае получим:



Развитие кварца на нижних горизонтах жил находит, таким образом, двойное объяснение: и исходя из учета энергии кристаллической решетки минералов и учитывая режим кислотности в растворах. Последнее можно сказать и в отношении кальцита.

Интересное объяснение развитию кварца на нижних горизонтах эпитеpмальных кварцево-флюоритовых жил дают П. А. Котов и Н. А. Лисицына (1967). Они пишут: «Очевидно, что кремнефтористые флюиды, появившиеся из глубин, при взаимодействии с относительно щелочными водами нижних горизонтов трещиноватых пород отдавали кремний, оседавший в составе кварца. Нагретая же до высокой температуры плавиковая кислота — второй продукт реакции гидролиза — поднималась выше и вступала в реакцию с ионами кальция более приповерхностных сульфатно-карбонатных и гидрокарбонатных вод с образованием флюорита». П. А. Котов и Н. А. Лисицына приходят, таким образом, к выводу о влиянии гидрохимической зональности на минералообразование и распределение минералов в кварцево-флюоритовых жилах.

В отличие от кварца, кальцит в своих ранних образованных редко сохраняется, поэтому и на нижних горизонтах месторождений он относительно редок. Он сохраняется обычно лишь в тех случаях, когда более поздние фтористые растворы не приходили

в непосредственное соприкосновение с его скоплениями. В соприкосновении с такими химически активными элементами, как HF , H_2SF_6 и др., кальцит легко разлагается, что приводит часто к образованию флюорита.

Важное значение для зонального распределения главных минералов имеет также высокий окислительный потенциал эпитеpмальных флюоритовых месторождений. Рассмотрим, например, его значение по отношению к бариту, галениту и сфалериту.

В кварцево-барито-флюоритовых месторождениях, как было показано выше, барит развивается почти исключительно в верхних зонах. Редки на более глубоких горизонтах месторождений также сульфиды свинца и цинка. Исключения представляют Потаповское месторождение на Малом Хингане, Бурун-Ульское, Аро-Таширское, Хурайское в Забайкалье и некоторые другие.

Уменьшение содержания барита в барито-флюоритовых жилах с глубиной отмечается и во всех других флюоритоносных провинциях — в Тюрингии (Werner, 1966; Oelsner, 1956), Провансе (Solety, 1965), Монголии (В. А. Бобров, Ю. С. Желубовский) и т. д. К. Вернер указывает и величины изменения соотношений барита и флюорита с глубиной. Это соотношение в среднем для рудного района Тюрингии равно: 7,5—1 на выходе жил, 1:1 на глубине 35 м и 1:5 на глубине 80 м от поверхности.

Мы рассмотрели только главные причины вертикальной зональности жильных флюоритовых месторождений. По-видимому, в каждом частном случае одна из рассмотренных причин является главной. Однако нельзя не учитывать и совместного их влияния.

Рассмотренные примеры зональности можно отнести к категории примеров зональности отложения, отличительной чертой которой является наличие постепенных переходов между различными зонами и нечеткость их границ.

В заключение несколько слов о причинах развития халцедоновидного кварца, характерного для верхних зон эпитеpмальных флюоритовых жильных месторождений.

Собственно, требует объяснения не халцедоновидное сложение кварца, вполне понятное для верхних горизонтов жил, а развитие его выше зоны флюорита. Но это тоже можно рассматривать как явление закономерное, если учесть колебания рН. При высоком значении рН растворов на нижних горизонтах жил отлагается кварц. Выше, с понижением рН, отлагается флюорит, а с новым его повышением, если последнее имело место, опять образуется кварц, при этом халцедоновидный, если отложение его происходит в верхней зоне. Если же повторного повышения рН не было, то образование кварца могло и не происходить. И действительно, на многих жильных флюоритовых месторождениях кварц на верхних их горизонтах отсутствует.

Факторы эрозионного среза

По данным большинства исследователей эпитеpmальных флюоритовых месторождений, образование последних происходило в диапазоне от 1000 до 2000 м. Так, для Приаргуныя глубина формирования флюоритовых месторождений определяется, по П. А. Строна (1960), величиной около 2000 м; для Южного Казахстана, по Р. И. Гуркису и М. В. Веремьянину, — 1500—2000 м; для Южного Гиссара (Новосельцев, 1970) — от 800 до 1600 м; для Чаткало-Кураминского района Тянь-Шаня, по Г. Г. Грушкину, — 2000 м и больше.

Для оценки эпитеpmальных флюоритовых месторождений важное значение имеет также и вертикальный диапазон промышленного оруденения. Для эпитеpmальных промышленных флюоритовых месторождений он не превышает, как правило, величины 500—600 м (месторождения Калангуйское, Абагайтуйское, Такоб и др.). Зная вертикальный размах оруденения, нетрудно часто оценить его перспективы на глубину в месторождениях жильного типа, если учесть при этом минеральный состав жил и их структурно-текстурные особенности в данном эрозионном срезе. Последние были подробно рассмотрены нами выше при общей характеристике эпитеpmальных флюоритовых месторождений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Весь приведенный материал свидетельствует о том, что эпитеpmальные флюоритовые месторождения составляют обособленную группу, образовались в специфических условиях тектоно-магматической активизации и подчинены в своем размещении четко выраженным закономерностям. Полученные выводы имеют практическое значение; они могут быть использованы при выделении флюоритоносных зон, площадей, а также при поисках эпитеpmальных флюоритовых месторождений и их оценке.

Главнейшие критерии выделения флюоритоносных зон — региональные закономерности размещения эпитеpmальных флюоритовых месторождений (табл. 3). В табл. 4 перечислены основные характеристики эпитеpmальных флюоритовых месторождений, которые могут иметь важное значение при их поисках и оценке. Эти характеристики с учетом рассмотренных выше локальных закономерностей размещения месторождений могут быть использованы и при выделении флюоритоносных площадей.

Автором освещается только одна из сторон сложного вопроса расширения сырьевой базы страны по флюориту — геологическая.

Естественно, что и геологические выводы не могут рассматриваться как общая модель. В каждом конкретном случае они нуждаются в уточнении путем сбора дополнительной информации в соответствии со спецификой условий.

Схема систематики важнейших региональных закономерностей размещения эпитермальной флюоритовой минерализации

| Условия появления минерализации | Главные структурные элементы земной коры | | |
|---|--|---|---|
| | активизированные области завершённой складчатости | активизированные срединные массивы | активизированные платформы и щиты |
| Положение минерализации в основных структурах | Области сочленения зон различной мобильности, преимущественно зоны относительно более древней консолидации (северный флюоритоносный пояс в Забайкалье и др.). Устойчивые сводовые поднятия (Приаргунье, Пайхой, Кармазар и др.). В основном сводовые поднятия | Мелкие срединные массивы — повсеместно, крупные — преимущественно в краевых частях | Преимущественно сводовые поднятия в краевых частях платформ и щитов (Алданский щит, Приазовский кристаллический массив), реже — в удалении от складчатых областей (Терский берег Кольского полуострова, район Кандалакши и др.) |
| Главнейшие эпохи проявления минерализации | Позднегерцинская (Приазовье, Центральный Тянь-Шань, Подольская зона, Урал (?); киммерийская (Забайкалье, Алданский район, отчасти Южный Гиссар); альпийская (Южный Гиссар, Центральный Тянь-Шань (?), Хингано-Бурейнский район, Центральный Казахстан —?) | | |
| Характер субстрата | Консолидированные складчатые структуры различного возраста | Консолидированные древние структуры | Докембрийские комплексы кристаллического основания с осадочным чехлом карбонатных пород (Алдан, Приазовье) |
| Главнейшие разрывные рудоконтролирующие структуры | Региональные зоны крутопадающих долгоживущих разломов глубинного заложения, совпадающие по направлению со складчатыми зонами (Забайкалье, Тянь-Шань, Урал | Региональные зоны крутопадающих разломов глубинного заложения, различных по направлению | Региональные крутопадающие глубинные разломы нескольких направлений: а) субпараллельные линии очертания платформы (щита); б) приблизительно перпендикулярные |

| | | | |
|---|--|--|---|
| | и др.), реже секущие их. Зоны трещиноватости (Приаргунье). Основные месторождения размещаются в зонах пересечения разломов. Образуются целые рудные поля | | к ним (Приазовье); косонаправленные (Алдан, Приазовье). В пересечении разломов локализуются важные рудные узлы |
| Положение минерализации по отношению к наложенным впадинам | Флюоритовые месторождения размещаются в приподнятых блоках вблизи разломов (Западное и отчасти Восточное Забайкалье). При развитии широких наложенных впадин рудоконтролирующие разломы размещаются на некотором, иногда значительном от них удалении (Тянь-Шань) | Рудоконтролирующие разломы ограничивают наложенные угленосные впадины, то узкие и сильно удлиненные (Сардыбинская), то крупные изометрические депрессии (Тырмо-Буреинская) | Рудоконтролирующие разломы иногда ограничивают узкие наложенные впадины, чаще не маркируются ими (Алдан, Приазовье). В некоторых случаях намечается сопряженность разломов с удаленными от них крупными наложенными угленосными впадинами и депрессиями (Чульманская впадина, Молдавская депрессия и др.) |
| Общие особенности связи с магматизмом | Связь со щелочными существенно натровыми магмами (глубинные очаги) | | |
| Установленные парагенетические ассоциации с проявлениями магматизма | Кислые лейкократовые граниты (Забайкалье, Тянь-Шань), кислые вулканогенные образования типа риолитов и кварцевых порфиров (Приаргунье и Усуглинская зона в Восточном Забайкалье, Оясайская зона Тянь-Шаня), дайки основных щелочных пород — сиенитов (Западное Забайкалье, Южный Гиссар) | Кислые лейкократовые граниты; кислые вулканогенные образования (Хингано-Буреинский массив) | Трещинные интрузии щелочных базальтоидов (Приазовье), реже гранитоидов (сиенитовые интрузии Алданского района) |

Сводная таблица главнейших признаков оценки эпитермальных флюоритовых месторождений (составлена с использованием схемы В. Н. Гусельникова)

| Признаки оценки | Типы признаков | Значение для оценки оруденения | | | | | Примечание |
|-------------------------------------|---|--------------------------------|---------------|---------------------|----------------------|--------------------|------------|
| | | весьма благоприятное | благоприятное | менее благоприятное | иногда благоприятное | мало благоприятное | |
| Минеральные типы месторождений | Мономинеральный флюоритовый | | | | | | |
| | Кварцево-флюоритовый | | | | | | |
| | Кварцево-барито-флюоритовый | | | | | | |
| | Кварцево-галенито-сфалерито-флюоритовый | | | | | | |
| | Кальцито-флюоритовый | | | | | | |
| | Пирито-марказито-флюоритовый | | | | | | |
| Минеральный состав жил на их выходе | Кварцево-гематито-флюоритовый | | | | | | |
| | Халцедоновидный кварц | | | | | | |
| | Галенит | | | | | | |
| | Сфалерит | | | | | | |
| | Барит | | | | | | |
| | Роговиковый кварц | | | | | | |
| | Каолинит и минералы его группы | | | | | | |
| Серицит | | | | | | | |
| Текстуры руд | Пирит, марказит | | | | | | |
| | Массивная | | | | | | |
| | Ленточная | | | | | | |
| | Кокардовая | | | | | | |
| | Брекчиевидная | | | | | | |

| | | | | | | | |
|----------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| Агрегатное состояние флюорита | Скрытокристаллический (фарфоровидный) флюорит Шестоватый флюорит Кристаллы «свободного» роста | | | | | | |
| Стадийность | Одна стадия Две стадии и больше | | | | | | |
| Структурное положение рудных тел | Участки сложного строения региональных разломов Трещины оперения Надвиги Куполовидные структуры Межформационные и межпластовые ослабленные зоны Зоны контакта разновозрастных, различных по составу пород Зоны контакта даек | | | | | | |
| Морфологический тип рудных тел | Жилы с прямолинейными контурами Жилы четковидного строения и имеющие раздувы Жильные образования штокверкового типа | | | | | | |

| Признаки оценки | Типы признаков | Значение для оценки оруденения | | | | | Примечание |
|---------------------------------|---|--------------------------------|---------------|---------------------|----------------------|--------------------|------------|
| | | весьма благоприятное | благоприятное | менее благоприятное | иногда благоприятное | мало благоприятное | |
| Углы падения рудных тел | Крутые $>60^\circ$ Средние $60-40^\circ$ Пологие $40-20^\circ$ Очень пологие $<20^\circ$ | | | | | | |
| Вмещающие породы | Интрузивные Эффузивные Метаморфические Осадочные карбонатные Осадочные силикатные | | | | | | |
| Околорудные изменения | Каолинизация Флюоритизация Окварцевание Ортоклазизация Серицитизация Сульфидизация | | | | | | |
| Характер геологического разреза | Однородная толща силикатных пород Однородная толща карбонатных пород Толщи разнородного состава Залегание силикатных пород под карбонатными породами Залегание карбонатных пород под силикатными породами | | | | | | |

ЛИТЕРАТУРА

- Андреев Б. А. О геологических и геофизических особенностях районов сводовых поднятий. Тр. ВСЕГЕИ, т. 85, 1963.
- Ахмеров Д. Х. Геолого-петрографическая характеристика магматических пород бассейна р. Могов. Тр. Инст. геол. АН Тадж. ССР, вып. 1, 1956.
- Булнаев К. Б. и Очиров Ц. О. Эндогенная минерализация и магматизм зон мезозойских разломов Западного Забайкалья. Зап. Всес. минерал. о-ва, ч. 93, вып. 5, 1964.
- Грушкин Г. Г. Некоторые закономерности образования флюоритовых месторождений Чаткальского и Кураминского рудных районов. Геология рудных месторождений, № 1, 1961.
- Деменицкая Р. М. Основные черты строения земной коры Сибирской платформы. В кн.: «Совещ. по геол. строению и минер. ресур. Сиб. платформ», тезисы докл., вып. 2, Иркутск, 1959.
- Зарицкий А. И. Условия формирования и закономерности размещения флюоритовых месторождений в Восточном Приазовье. Автореф. кандидат. диссерт. Днепропетровск, 1968.
- Иванова А. А. Минералогия и некоторые вопросы генезиса флюоритовых месторождений Восточного Забайкалья. Автореф. диссерт. Л., 1965.
- Иовчев И. Основы геологии полезных ископаемых территории Болгарии. VII конгресс Карп.-Болгар. геол. ассоц., София, 1965.
- Казанский В. И., Терентьев В. М. Пограничные зоны активизированных платформ и их металлогения. Изв. АН СССР, серия геол., № 1, 1968.
- Комарова Г. Н. О закономерностях формирования флюоритовых месторождений Восточного Забайкалья на примере Гарсонуйского месторождения. Изв. АН СССР, серия геол., № 11, 1969.
- Константинов Н. Ф., Зимица Н. А. О промышленно-генетических типах флюоритовых месторождений Монголии. В сб.: «Материалы по геологии МНР», М., изд-во «Недра», 1966.
- Кормилицын В. С., Иванова А. А. Генетические особенности Калангуйского сульфидно-флюоритового месторождения (В. Забайкалье). Зап. ВМО, ч. XXXII, вып. 4, 1959.
- Корытов Ф. Я., Якубович К. И., Пузанов Л. С. О зональности флюоритовых месторождений Западного Забайкалья. ДАН СССР, т. 171, № 1, 1966.
- Котов П. А., Котова А. А. Особенности образования и строения флюоритовых жил Забайкалья. Забайк. филиал геогр. об-ва СССР, вып. 2, Чита, 1966.
- Котов П. А., Лисицына Н. А. О сходстве между вертикальной зональностью в гидротермально измененных околожильных породах флюоритовых месторождений Забайкалья и в корах выветривания. ДАН СССР, т. 176, № 3, 1967.
- Литвинов В. Л. Новые данные по изучению мезозойских трещинных интрузий Пригазимурия. Тез. докл. Первой науч. конф. геол. секции им. В. А. Обручева. Забайк. филиал геогр. об-ва СССР, Чита, 1964.
- Луйк А. А. Проблема генезиса юноальпийских гидротермальных свинцовых месторождений Тянь-Шаня. М., изд-во «Недра», 1970.
- Могаровский В. В., Мельниченко А. К. О нижней возрастной границе флюоритовых месторождений южного склона Гиссарского хребта. ДАН СССР, т. 172, № 5, 1967.
- Моисеева М. И. Сравнительная минералогическая характеристика флюоритовых месторождений Кураминского хребта. Зап. Узб. отд. ВМО, вып. 16, 1964.
- Новосельцев Ю. А. К вопросу о возрасте некоторых флюоритовых месторождений Южного Гиссара. Изв. АН Тадж. ССР, отд. физ.-техн. и хим. наук, № 1 (19), 1966.

Новосельцев Ю. А. Геологические особенности и условия формирования позднеальпийских флюоритовых месторождений центральной части Южного Гиссара. Автореф. кандид. диссерт., Душанбе, 1970.

Пилипенко П. П. Калангуйское и Абагайтуйское плавиковые месторождения Восточного Забайкалья. Тр. МГРИ, т. III, 1937.

Рундквист Д. В. Об одной общей закономерности геологического развития. Матер. к совещ. «Общие закономерности геологических явлений». Л., 1965.

Смирнов А. М. О сочленении Монголо-Охотского и Тихоокеанского складчатых поясов и китайской платформы. Изв. АН СССР, серия геол., № 8, 1958.

Соловьев А. Т., Струве Н. В. Новые данные о молодой флюоритовой минерализации золото-молибденого пояса Восточного Забайкалья. Информ. сб. ВСЕГЕИ, № 20, 1959.

Соловьев А. Т. Тектурные особенности руд флюоритового месторождения Калангуй (Восточное Забайкалье) и их генетическое значение. Тр. ВСЕГЕИ, нов. серия, т. 83, 1962.

Соловьев А. Т. О роли трещиноватости и физических свойств пород в образовании флюоритовых залежей Южной Якутии. В кн.: «Слюда и пьезооптическое сырье». Тр. ВСЕГЕИ, нов. серия, т. 108, 1964.

Соловьев А. Т., Чупров В. В., Мойжес И. Б. Геохимические особенности поведения фтора в щелочных породах Западного Забайкалья. Геохимия, № 3, 1967.

Строна П. А. К вопросу об источниках низкотемпературного гидротермального оруденения в Восточном Забайкалье. Геология рудн. месторожд., № 4, 1960.

Татаринов П. М., Строна П. А. Основные особенности месторождений, связанных с вулканическими формациями. Зап. ВМО, ч. ХСVI, вып. 1, 1967.

Хасанов А. Х., Брейвинская В. М. Геолого-петрографическая характеристика жильных пород Южного Гиссара и Каратегина. Тр. Тадж. ун-та, т. 29, вып. 2, 1965.

Щеглов А. Д., Розинов М. И. О связи флюоритовых месторождений Западного Забайкалья с интрузивными породами. ДАН СССР, т. 139, № 5, 1961.

Щеглов А. Д. Эндогенные месторождения областей автономной активизации. М., изд-во «Наука», 1968.

Щеглов А. Д. Мезозойские эндогенные рудные формации активизированных складчатых областей Забайкалья. В кн.: «Эндогенные рудные формации Сибири и Дальнего Востока», Новосибирск, 1964.

Щеглов А. Д. Эндогенная металлогения Западного Забайкалья. Л., изд-во «Недра», 1966.

Щукин С. И., Титов В. К. Поведение фтора в процессе формирования щелочных вулканогенно-интрузивных пород Мурунского массива (Алдан). Геохимия, № 11, 1968.

Čadek J. Malkovsky M. Contribution to the problems of transport of fluorine at low temperatures. Symposium Problems of Postmagmatic Ore Deposition, vol. 11, Prague, 1965.

Chermette A. Le ressources de la France en spath fluor. Paris, 1960.

Levinson A. A. Beryllium-fluorine mineralisation at Aguachile Mountain Coahuila, Mexico. Amer. mineralogist, vol. 47, N 1—2, 1962.

Ölsner O. Zur Frage der Entstehung der saxonischen Lagerstätten, speziell den Randspalten des Thüringer Waldes. Geologie, N 5, pp. 685—694, 1956.

Pouba Z., Sattran V. Matalogeneticke rozclenei Ceskeho masivu. Problemy metalogeneze Ceskeho masivu. Sbornik geologických ved, rada LG, sv. 8, 1966.

Solety Pierre. Les gisements de fluorine de la Provence cristalline (Moures, Tanneron, Esterel). Memoires du Bureau de Recherches Geologiques et Minieres, Editions BRGM 74, rue de la Fideration, Paris XV-e, N 9, 1965.

Satran V. Metalogeneze a strukturni vyzkum Ceskeho masivu. Problemy metalogeneze Ceskeho masivu. Sbornik geologickych ved, rada LG, sv. 8, 1966.

Staatz M. and Osterwald F. Geology of the Thomas Range Fluorspar district. Jual. comity, Utah. Washington, U.S. gov. print. off, vol. 97, 1959.

Werner C. D. Die Spatlager statten des Thüringer Waldes und ihre Stellung im Rahmen der saxonischen Metallprovinz Mitteleuropas. Ber. deutsch. Ser. geol. Wiss. B. Miner. Lagerstätten, 11, 1. Berlin, 1966.

Woollard G. P. Cristal structure from gravity and seismic measurements. Journ. at geophysical receach, vol. 64, N 10, 1959.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | Стр. |
|--|------|
| Введение | 3 |
| I. Общие особенности эпитермальных флюоритовых месторождений | — |
| II. Региональные закономерности проявления минерализации | 10 |
| III. Локальные закономерности размещения эпитермальных флюоритовых месторождений | 24 |
| Заключение | 39 |
| Литература | 45 |

Александр Тимофеевич Соловьев

**Региональные и локальные закономерности размещения
эпитермальных флюоритовых месторождений**

ВЫПУСК 4

Редактор *Т. М. Шиянова*

Технический редактор *А. А. Иванова*

Корректор *Л. В. Белова*

Художник *А. М. Гиман*

М-45601 Подписано в печать 6/VIII-1970 г.

Печ. л. 3,08

Уч.-изд. л. 2,9

Формат бумаги 60×90¹/₁₆

Тираж 500 экз.

Цена 39 коп.

Заказ № 472

Ленинградская картфабрика ВАГТ

Цена 30 коп.

893

- Вып. 1. Региональные и локальные закономерности размещения колчеданно-полиметаллических месторождений.
- Вып. 2. Региональные и локальные закономерности размещения грейзеновых оловянно-вольфрамовых месторождений.
- Вып. 3. Региональные и локальные закономерности размещения эпитермальных золото-серебряных и полиметаллических месторождений.
- Вып. 4. Региональные и локальные закономерности размещения эпитермальных флюоритовых месторождений.
- Вып. 5. Региональные и локальные закономерности размещения стратифицированных медных и свинцово-цинковых месторождений.
- Вып. 6. Региональные и локальные закономерности размещения медно-порфировых месторождений.