

**КРИСТАЛЛОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ КАССИТЕРИТА
ОЛОВОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
КАК ПРОЯВЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ПРИРОДНОЙ ЗАКОНОМЕРНОСТИ**

И.А. Вдовина

Нижегородский институт развития образования, г. Нижний Новгород; viann@inbox.ru

**CRYSTALLOMORPHOLOGIC ZONALITY OF CASSITERITE OF TIN ORE DEPOSITS
AS A MANIFESTATION OF THE GENERAL NATURAL REGULARITY**

I.A. Vdovina

Nizhny Novgorod Institute of Education Development; viann@inbox.ru

В учении о месторождениях полезных ископаемых проблема эндогенной зональности всегда оставалась важной. Эта важность определяется, прежде всего, её практическим значением – возможностью использовать признаки зональности при поисках, разведке и оценке месторождений. Одной из разновидностей эндогенной зональности, широко используемой в практике поисков рудных тел, является зональность оруденения. Под этим понимается закономерное размещение в пространстве рудных тел, слагающих месторождения химических элементов, минералов, парагенетических групп, руд, горных пород, структурно-текстурных особенностей рудных образований и других особенностей геологического строения рудных тел (Рундквист, Неженский, 1975). Зональность проявляется во всем рудном пространстве независимо от его масштаба. Но наибольший интерес представляет зональность оруденения каждого конкретного месторождения, проявляющаяся в тенденции закономерного упорядоченного расположения рудных элементов и отражающая условия их образования.

Зональность оруденения разных типов как закономерное пространственное распределение ассоциации элементов, минералов, метасоматических пород и, в конечном счёте, руды, находит чёткое отражение в зональном строении различных ореолов: геохимических, минералогических, геофизических, околожильных изменений и др.

В конце XX столетия в учении об эндогенной зональности разработано *кристалломорфологическое направление*. Исходной позицией этого направления является то, что различия в составе руд, в типе околорудных изменений вмещающих пород, глубине образования руд, связи оруденения с материнскими породами сказываются не только на химическом составе минералов, но и на форме их кристаллов. Детальное изучение форм кристаллов позволяет определить формационную принадлежность месторождения. Одной из самых ярких и показательных является существующая морфогенетическая схема для касситерита: в месторождениях пегматитовой формации касситерит имеет дипирамидальный габитус кристаллов с очень слабой степенью удлинения; в месторождениях кварц-касситеритовой формации – короткий дипирамидально-призматический; а в месторождениях касситерит-силикатной и сульфидной формаций габитус усложняется и сильно удлиняется. Кристалломорфологические критерии принадлежности минерала к месторождениям определенной формации (типа) установлены также для пирита, циркона, флюорита, золота, киновари (Григорьев и др., 1981; Попов, 1984).

Различия в деталях огранения кристаллов одного и того же минерала находятся также в зависимости от того, в каком месте очага оруденения он вырос: в метасоматических породах или в жилах, в центральных частях оруденения или в его апикальных частях, в эндо- или экзоконтакте интрузии. Господствующая же на месторождениях форма кристаллов изменяется по мере приближения к эпицентру рудного поля (гранитная ли это интрузия или рудовмещающий разлом). Так, установлено, что кристаллы касситерита сменяют друг друга в плане и по разрезу от эндоконтакта оловоносной интрузии, где развиты пегматиты и грейзены, к экзоконтакту, где грейзены сменяются гидротермальными кварцевыми жилами. Сходная картина изменчивости габитуса кристаллов минералов известна для флюорита, пьезокварца и исландского шпата. При всех этих картинах эпицентр рудного поля одновременно является центром кристалломорфологической зональности.

Наиболее полно кристалломорфологическая зональность изучена Н.З. Евзиковой (1984) на примере касситерита гидротермальных оловорудных месторождений касситерит-силикатной формации Дальнего Востока. Индивидам касситерита в этом районе свойственно зонально-секториальное строение, которое отражают в большей или меньшей степени зоны роста кристаллов. Первоначальный габитус кристаллов изменяется в ходе роста, так как поверхность кристалла приспособляется к изменяющейся среде. Каждая грань простой формы проходит стадии появления, разрастания и исчезновения.

Данная последовательность морфологических событий выражается через ряд характерных для каждой стадии роста комбинаций габитусных граней. Эти комбинации названы «кристалломорфологическими типами» касситерита и обозначаются номерами соответствующих стадий роста от I до V (Евзикова, 1984).

Изучение форм кристаллов в различных разрезах рудных жил и рудопроявлений привело к установлению изменений габитуса касситерита в пространстве в трёх направлениях: по простиранию, вкрест простирания и по восстанию. Во всех направлениях последовательность от I к V не нарушалась: изменения форм кристаллов во времени и в пространстве на разных месторождениях оказались сопряжёнными. И объединило их минералогическое правило зональности: *чем дальше от источника минералообразующих растворов происходит кристаллизация, тем более поздние продукты она производит*. Последовательность смены в пространстве одной формы кристаллов другой отвечает последовательности их смены во времени, т.е. в течение всего периода роста минерала. Каждый тип кристаллов занимает доминирующее положение лишь в определённой части рудной жилы или рудопроявления. Кристалломорфологическое омоложение жилы, т.е. переход к доминированию все более и более поздних типов кристаллов, происходит от зальбандов жилы к её оси, от корней к верхам, от флангов к рудному столбу. Трёхмерная кристалломорфологическая зональность создается внутри каждой минералообразующей системы независимо от размеров градиента изменчивости.

Автором в разные годы изучалась кристалломорфологическая зональность оловорудных объектов Баджальского, Ям-Алинского и Дуссе-Алинского рудных районов Хабаровского края (Вдовина 1987, 2005). Рудные районы расположены в пределах Хингано-Охотского вулканоплутонического пояса и одноимённой оловоносной области. Пространственно Хингано-Охотский вулканоплутонический пояс представляет обширный магматический ареал северо-восточного простирания, наложенный на гетерогенный фундамент, образовавшийся в обстановке трансформной континентальной окраины. Баджальский и Дуссе-Алинский районы приурочены к зоне сочленения древних архей-протерозойских кратонных террейнов и мезозойских аккреционных складчатых поясов. Сходство их строения определяется наличием в центральной части батолита меловых гранитоидов, обрамлённого меловыми вулканотектоническими образованиями. Ям-Алинский район приурочен к аккреционной складчатой системе и пространственно совпадает с одноимённой вулканической зоной (Родионов, 2005).

В результате изучения были определены кристалломорфологические особенности касситерита рудных объектов. Для касситерита из рудопроявлений Баджальского района характерны неоднородность кристалломорфологического состава, изменение габитуса от изометричного дипирамидального, короткопризматического со слабым развитием граней призмы {110} до удлиненно-призматического и игольчатого; постоянное присутствие комплексных и простых двойников; асимметрия кристаллов – неравномерное развитие отдельных граней одной и той же простой формы.

Касситерит рудопроявлений Ям-Алинского рудного района отличается однородный кристалломорфологический состав, преобладание призматических кристаллов умеренной и сильной степени удлинения с тупопирамидальными головками, наличие конусовидных кристаллов, многоглавых сростков, простых двойников, тройников, появление касситерита обелисковидного габитуса, сильно вытянутых кристаллов, а также зональное строение индивидов.

Сходство и отличия в геологической и металлогенической позиции рудных районов находят отражение и в кристалломорфологическом составе касситерита как в целом по районам, так и внутри каждого района.

Наиболее подробно изучены кристалломорфологические особенности касситерита и на их основе кристалломорфологическая зональность на Правоурмийском месторождении. Месторождение располо-

жено в экзоконтакте гранитного массива и относится к грейзеновому типу. Касситеритовая минерализация сосредоточена в кварц-топазовых прожилках и метасоматитах.

Кристаллы касситерита характеризуются дипирамидальным и дипирамидально-призматическим габитусом I, II, III типов со слабой степенью удлинения. Присутствие таких кристаллов указывает на незначительное удаление от центра магматического очага (кристалломорфологическая зональность I вида). Лишь на самых удалённых и высоких участках появляются удлинённо-призматические кристаллы IV и V типа. Внутри месторождения кристалломорфологический состав касситерита отражает минералогическую и метасоматическую зональность.

Кристалломорфологическая зональность II рода внутри месторождения и, в частности, непосредственно в рудном теле, отражает условия рудоотложения. Касситерит преимущественно развивается в I и IV типах, проходя незначительное время развития в типе II и III. Этот вывод следует не только из статистического преобладания I и IV типов, но и из зонального строения кристаллов и степени их удлинения. Градиент изменчивости кристалломорфологических особенностей касситерита весьма велик.

Детальное описание кристалломорфологических особенностей касситерита Правоурмийского месторождения подтвердило закономерность пространственно-временного распределения морфологических типов касситерита. Была установлена та же последовательность смены кристаллов касситерита от типа I к типу V на месторождении штокверкового типа касситерит-кварцевой формации. Аналогичные результаты получены на Пыркакайском и Пытлянском штокверках на Чукотке (Цветков, 1981). Конечно, в жильно-штокверковых и прожилково-метасоматических зонах кристалломорфологическая зональность выражена менее отчётливо, но о вертикальной зональности можно говорить.

Результаты работ по изучению кристалломорфологических особенностей касситерита Правоурмийского месторождения и рудопроявлений рудных районов подтвердили закономерность пространственно-временного распределения морфологических типов касситерита, которые в объёме рудных тел и месторождения в целом реализуются в виде кристалломорфологической зональности.

Морфологическая эволюция касситерита во всех случаях идёт от типа I к типу V, но наиболее полный ряд характерен для месторождений силикатно-касситеритовой формации. Такие формации наиболее удалены от магматического очага. Чем ближе месторождение расположено к очагу, т.е. чем более глубинными и высокотемпературными являются породы, тем более сокращённый наблюдается кристалломорфологический ряд, причём сокращение ряда может происходить до полного исчезновения развития кристаллов в промежуточных типах (II, III, IV, V). В каждом месторождении, рудопроявлении, метасоматической зоне (т.е. в любом геологическом рудном объекте) присутствует свой кристалломорфологический ряд, где последовательность изменения форм всегда сохраняется, а время существования касситерита в каждом из типов оказывается разным.

Таким образом, кристалломорфологическая зональность касситерита проявляется: 1) в статистическом преобладании того или иного кристалломорфологического типа в одинаковых породах; 2) в сложности внутреннего строения индивидов — при одинаковой направленности кристалломорфологической эволюции; каждый раз она протекает своеобразно, что отражается на внутреннем строении и удлинении кристаллов.

Различают два вида кристалломорфологической зональности в связи с разными очагами оловянности: магматический и метасоматический;

Первый вид зональности — *магматический* — представляется как вариант формационной зональности, описанной выше. Характерной особенностью этого вида является сокращение кристалломорфологического ряда и уменьшение максимального удлинения кристаллов касситерита по направлению к границам магматического батолита. Такая зональность чётко прослеживается в рудных районах Хабаровского края. Например, вокруг Чалбинского гранитного батолита выделяется пять классов оловянных объектов, различающихся кристалломорфологической историей касситерита в: 1) эндоконтакте, 2) экзоконтакте, 3) сотнях метрах от контакта, 4) километрах, 5) десятках километров. Аналогичная картина выявляется и для других оловянных объектов, в том числе и на Чукотке, и в Приморье. В Баджальском районе было установлено изменение доминирующих форм кристаллов от контакта гранитов по простирацию и по восстанию. Вблизи гранитного массива рудопроявления характеризуются преобладанием короткопризматических и дипирамидальных кристаллов. По мере удаления от гранитов

происходит увеличение частоты встречаемости призматических кристаллов с различной степенью удлинения, и на наиболее удалённых участках появляются призматические кристаллы усложнённой формы.

Зональность первого вида проявляется в пространственном разделении оловорудных месторождений и рудопроявлений на части с несколько различающимися путями кристалломорфологической эволюции. Эти различия отражают разное время существования касситерита в каждом кристалломорфологическом типе.

Зональность второго вида (или порядка) — *метасоматического* — наблюдается внутри каждого класса объектов в связи с различным положением жилы внутри пород контактово-метасоматического ареала. Изменчивость форм касситерита (его «омоложение») происходит от периферии к оси жилы и от корней к её верхам. Этот вид зональности проявляется в пространственном разделении разнотипных кристаллов внутри месторождений и рудопроявлений с одним и тем же путём кристалломорфологической эволюции.

Пространственная и возрастная эволюция касситерита связана между собой прямой зависимостью по двум направлениям: зависит от дальности отложения продуктов кристаллизации по отношению к источнику этих продуктов и от длительности кристаллизации. Оба вида эволюции имеют одно направление в изменении форм кристаллов, но разные градиенты изменчивости.

Существование кристалломорфологического варианта зональности оруденения, т.е. модели изменения формы кристаллов касситерита во времени и пространстве, позволяет интерпретировать результаты кристалломорфологического анализа и использовать их в прикладных целях для оценки месторождений и рудопроявлений. Вертикальная кристалломорфологическая зональность хорошо заметна в жилах, расположенных на местности с гористым рельефом: уровень среза жилы в верхней части горы всегда заметно меньше, чем уровень, определённый внизу.

Обобщённый материал по изучению кристалломорфологии касситерита на разных оловорудных месторождениях и рудопроявлениях Дальнего Востока показывает, что выявленное Н.З. Евзиковой закономерное расположение определённых кристалломорфологических типов касситерита в виде кристалломорфологической зональности на месторождениях касситерит-силикатной формации находит подтверждение и на оловорудных объектах других формаций. Зональность как упорядоченное закономерное расположение компонентов природы является главной особенностью природы и общей закономерностью развития Земли. Проявляясь на поверхности и внутри её недр, зональность имеет практическое значение. Кристалломорфологическая зональность – это только часть природной зональности, которая позволяет использовать её в практике поисково-разведочных работ.

Литература

Вдовина И.А. Кристалломорфология касситерита как один из критериев промышленной оценки оловорудного месторождения // Зап. ВМО. 1987. № 1. С. 60–63.

Вдовина И.А. Кристалломорфологическая зональность рудных тел как часть общей природной зональности Земли // Учение о зонах природы на переломе тысячелетий: к 100-летию учения В.В. Докучаева о зонах природы. Межвуз. сб. науч. трудов. Ниж. Новгород: Изд-во НГПУ, 2001. С. 150–161.

Вдовина И.А. Кристалломорфологические особенности касситерита рудопроявлений Баджальского рудного района // Естественно-географические исследования. Изд. Комсомольского-на-Амуре гос. пед. ун-та, 2005. С. 4–11.

Евзикова Н.З. Поисковая кристалломорфология. М.: Недра, 1984. 143 с.

Григорьев Д.П., Евзикова Н.З., Зидарова Б., Костов И., Кузнецов С.К., Малеев М., Минеев Д.А., Попов В.А., Чесноков Б.В., Шафрановский И.И., Юшкин Н.П. Кристалломорфологическая эволюция минералов / Науч. докл. Коми филиала АН СССР. Сыктывкар, 1981. 28 с.

Попов В.А. Практическая кристалломорфология минералов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984. 192 с.

Родионов С.М. Металлогения олова Востока России. М.: Наука, 2005. 327 с.

Рундквист Д.В., Неженский И.А. Зональность эндогенных рудных месторождений. Л.: Недра, 1975. 224 с.

Цветков Л.П. Особенности кристалломорфологической зональности Пыркакайских и Пытлянских оловорудных штокверков на Чукотке // Зап. ВМО. 1981. № 5. С. 559–569.