

THE ROLE OF TEMPORAL FACTOR IN THE FORMATION OF THE LARGE HYDROTHERMAL DEPOSITS

V. I. SOTNIKOV

Through the example of copper molybdenum deposits, the role of temporal factor in the formation of large ore concentrations is considered. The main factors are the existence of maximum ore-forming periods repeated every 30–40 or 50–60 million years in the geological history of the Earth and prolonged multistage development of ore-forming systems.

На примере медно-молибденовых месторождений рассматривается роль фактора времени в формировании крупных рудных концентраций. Определяющими являются существование в геологической истории Земли периодов максимального рудообразования, повторяющихся через 30–40 млн или 50–60 млн лет, и длительное многоактное развитие рудообразующих систем.

© Сотников В.И., 1997

ФАКТОР ВРЕМЕНИ В ФОРМИРОВАНИИ КРУПНЫХ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В. И. СОТНИКОВ

Новосибирский государственный университет

ВВЕДЕНИЕ

За длительную геологическую историю Земли были сформированы тысячи рудных месторождений и еще большее количество мелких рудопроявлений. На их фоне выделяются крупные и уникальные месторождения-гиганты, в которых заключены огромные массы руды. Большинство исследователей появление крупных месторождений рассматривают как результат закономерного развития геологических процессов и их оптимального сочетания. Наряду с этим иногда выдвигаются предположения о формировании крупных месторождений вне прямой связи с геологическим развитием Земли. Так, высказано предположение о том, что образование медно-никелевого месторождения Садбери в Канаде явилось результатом падения крупного метеорита. Подобные гипотезы требуют особого обсуждения и в статье не рассматриваются.

ВОЗМОЖНЫЕ ПРИЧИНЫ ФОРМИРОВАНИЯ КРУПНЫХ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Рудные месторождения многообразны по происхождению и условиям формирования. Рассмотрим группу гидротермальных месторождений, образование которых было связано с циркуляцией горячих (200–600°C) водных растворов, несущих рудное вещество [1]. Возникновение и перемещение таких растворов тесно связаны с магматической деятельностью. Для этой группы выявлены следующие благоприятные факторы формирования крупных скоплений руд:

связь месторождений с высокопродуктивными рудообразующими системами, которые зарождаются и развиваются в особо благоприятных геодинамических обстановках [2];

устойчивость, длительность и многоактность функционирования рудообразующей системы;

оптимальные условия отложения рудного вещества из гидротермальных растворов: наличие экранов и разного рода ловушек, а также вмещающих пород, состав которых благоприятен для осаждения рудных минералов.

Данные о возрасте месторождений и продолжительности их формирования, полученные в последние годы для многих рудных районов, приводят к выводу, что возникновение крупных гидротермальных месторождений в значительной мере определяется фактором времени. Покажем это на примере медно-молибденовых месторождений.

ВОЗРАСТ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Основная масса медно-молибденовых месторождений была сформирована в мезозое (250–60 млн лет назад) и кайнозое (менее 60 млн лет назад), когда образовались многочисленные месторождения Тихоокеанского кольца (Северная и Южная Америка, восток России, Китай, Филиппины, Индонезийские острова) и Средиземноморского пояса (Югославия, Болгария, Армения). В те периоды возникли такие уникальные по запасам меди и молибдена месторождения, как Гендерсон и Клаймакс (около 500 тыс. т Мо) в США, Эндако (200 тыс. т Мо) в Канаде, Чукикамата (35 млн т Cu и более 500 тыс. т Мо) в Чили, Бугдая (около 500 тыс. т Мо) в Восточном Забайкалье.

Для палеозоя (600–250 млн лет назад) медно-молибденовые месторождения менее характерны, и они, как правило, меньше по масштабам. Но и в то время образовались месторождения, которые также можно отнести к крупным: Эрлэнэтуин-Обо (около 10 млн т Cu и 100 тыс. т Мо) в Северной Монголии, Сора (более 150 тыс. т Мо) в Хакасии, Кальмакыр (около 10 млн т Cu) в Узбекистане. Более древние (докембрийские) медно-молибденовые месторождения со столь крупными запасами неизвестны, да и общее их количество невелико.

В последовательности образования рассматриваемых месторождений отмечается определенная периодичность. Для кайнозойской и мезозойских эпох четко выражены максимумы проявления медно-молибденового оруденения: 2–5, 30, 60, 110, 150, 180 и 210 млн лет назад. Это были пики наибольшей активности рудообразующих процессов, когда резко увеличивалось общее количество месторождений и возникали особенно крупные рудные объекты. Именно в те периоды (особенно в кайнозое и позднем мелу – 100–60 млн лет) были сформированы крупнейшие медно-молибденовые месторождения Тихоокеанского обрамления Северной и Южной Америки и Карибского бассейна. В периоды 150, 180 и 210 млн лет образовались основные медно-молибденовые месторождения на Аляске и в Канадских Кордильерах. В то же время были сформированы крупные молибденовые месторождения на востоке России и в Китае.

В палеозое для медно-молибденового оруденения отмечаются возрастные пики 220, 240–250, 280, 330, 390, 440 млн лет, которые фиксируют периоды наи-

большей рудной активности на территории Средней Азии, Южной Сибири, Монголии, Австралии.

Таким образом, в истории земной коры отмечаются возрастные ритмы (импульсы) рудообразующих процессов, приводящих к формированию месторождений меди и молибдена. Эти импульсы повторяются или через 30–40 млн, или через 50–60 млн лет.

Периодичность интенсивного медно-молибденового рудообразования не является уникальным геологическим явлением, а отражает основные закономерности геологических процессов [3]. Она отчетливо выражена в общей геохронологической шкале развития Земли от кембрия до неогена. Действительно, средняя продолжительность длинных геологических периодов (мел, юра, девон, ордовик, кембрий) составляет 64 млн лет, а коротких (неоген, палеоген, триас, пермь, силуру) – около 34 млн лет.

Периодичность с интервалами 15, 30, 60 млн лет проявлена в изменениях биот (группа особей в пределах одного биологического вида, отличающаяся особенностями образа жизни), трансгрессиях (наступления моря на сушу в связи с ее опусканием) и регрессиях (отступления моря в связи с поднятием суши), циклах накопления осадков, в том числе рудоносных, и образования нефтяных месторождений.

По мнению академика Н.Л. Добрецова [3] и других исследователей, такая периодичность связана с отделением крупных масс глубинного вещества, так называемых плюмов и суперплюмов, от границы ядро–мантия. Как показывает моделирование, суперплюмы рождаются в среднем каждые 30 млн лет в результате периодического накопления тепла и летучих компонентов (водород, углеводороды) на границе ядро–мантия. Время подъема таких плюмов к поверхности Земли оценивается в 5 млн лет. Отрываясь от границы ядро–мантия, плюм уносит избыток тепла и внешнее ядро охлаждается. Затем начинаются образование нового плюма и его последующий отрыв. Поднимающиеся мантийные плюмы сопровождаются интенсивной магматической деятельностью, существенными изменениями в строении земной коры, возрастанием вулканической и тектонической активности и интенсивным развитием рудообразующих процессов, которые в конечном итоге приводят к формированию крупных и уникальных месторождений.

ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Для некоторых гидротермальных месторождений получены оценки, указывающие на их образование в течение очень коротких промежутков геологического времени. Например, для крупного ртутного месторождения Сульфур-Бенк в Калифорнии (США) это время оценивается в 10 тыс. лет, а для золоторудного месторождения Мак-Интайр в Канаде – всего 750 лет.

Однако приведенные оценки относятся к месторождениям одноактного формирования. Вместе с тем на крупных медно-молибденовых месторождениях обычно устанавливается многократное проявление рудообразующих процессов, связанных с несколькими магматическими импульсами, в результате которых образуются серии разновозрастных внедрений магматического материала. Разный возраст изверженных пород устанавливается по пересечениям одних внедрений другими. Каждый магматический ритм сопровождается рудообразованием, интенсивность которого на месторождениях меди и молибдена обычно снижается от ранних ритмов к поздним.

Так, на крупном молибденовом месторождении Клаймакс в США зафиксированы четыре периода внедрения магмы, с которыми связано образование самостоятельных рудных тел, частично совмещенных в пространстве. На медно-молибденовом месторождении Эль-Сальвадор (Чили) отмечаются шесть магматических импульсов.

Специальные изотопно-геохронологические исследования [4], выполненные на медно-молибденовом месторождении Эрдэнэтуин-Обо в Монголии, выявили значительный разрыв во времени между отдельными магматическими ритмами. Установлены три импульса рудоносного магматизма с возрастными (по данным Rb–Sr, K–Ar и Ar–Ar изотопных анализов): I импульс – 250–245 млн лет, II – 225–220 млн лет, III – 205–195 млн лет. Таким образом, общая продолжительность проявления рудоносного магматизма и ассоциирующего с ним гидротермального рудообразования на месторождении Эрдэнэтуин-Обо составила 50–60 млн лет. Характерно, что разрыв во времени между импульсами, равный около 30 млн лет, соответствует той величине, которая установлена при общем анализе периодичности образования медно-молибденового оруденения. Магматические тела, возникшие в результате каждого импульса, сопровождалась рудной минерализацией, наиболее богатой является оруденение I импульса.

В Эрдэнэтском рудном узле выделяются три участка (месторождения) с разными запасами и содержаниями металлов. Самым крупным является месторождение Эрдэнэтуин-Обо (около 10 млн т Cu), расположенное в северной части рудного узла. В его пределах проявлены все три импульса магматизма и рудная минерализация, связанная с каждым из этих трех магматических импульсов, пространственно совмещена. Южнее находится участок Центральный, представляющий собой мелкое месторождение с запасами меди около 1,0–1,5 млн т. На этом участке слабо проявлен наиболее перодуктивный I импульс магматизма и оруденение в основном связано со II импульсом. Наконец, на самом юге рудного узла расположено еще более мелкое месторождение Оюут-Обо (около 500 тыс. т Cu), для которого характерно проявление только II и III магматичес-

ких импульсов. Оруденение здесь отличается низкими содержаниями Cu и особенно Mo.

Таким образом, на месторождении Эрдэнэтуин-Обо пространственное совмещение оруденения, связанного с несколькими импульсами магматизма, привело к концентрации рудного вещества и увеличению его общей массы. Здесь фактически произошло совмещение нескольких разновозрастных месторождений. Другими словами, крупные месторождения являются многоэтапными образованиями, которые возникли в результате неоднократного проявления рудоносного магматизма и связанных с ним рудообразующих процессов на ограниченном пространстве.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Крупные гидротермальные месторождения обычно характеризуются многократным проявлением магматизма и связанного с ним рудообразования. Когда руда, образованная в разное время, отлагается в одном и том же месте, возникают наиболее крупные месторождения. Пространственное разобщение магматических и рудных образований разного возраста, наоборот, часто приводит к появлению мелких рудных проявлений. Этим объясняются неравномерное распределение оруденения в рудных узлах, а также наличие многоэтажных и эшелонированных рудных залежей. Для формирования крупных месторождений важным является наличие длительно существующих благоприятных магмо- и рудоконцентрирующих структур, которые контролируют неоднократное возобновление рудообразующих процессов в одном и том же месте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сотников В.И. Основные тенденции развития теории рудообразования // Соросовский Образовательный Журнал. 1996. № 12. С. 56–61.
2. Хаин В.Е. Современная геология: Проблемы и перспективы // Там же. № 1. С. 66–73.
3. Добрецов Н.Л. Периодичность геологических процессов и глубинная геодинамика // Геология и геофизика. 1994. № 5. С. 5–19.
4. Сотников В.И., Пономарчук В.А., Берзина А.П., Травин А.В. Геохронологические рубежи магматизма медно-молибден-порфирового месторождения Эрдэнэтуин-Обо (Монголия) // Там же. 1995. № 3. С. 78–89.

* * *

Виталий Иванович Сотников, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры месторождений полезных ископаемых Новосибирского государственного университета, зав. лабораторией рудно-магматических систем Объединенного института геологии, геофизики и минералогии Сибирского отделения РАН, действительный член Международной академии минеральных ресурсов. Лауреат Государственной премии СССР. Область научных интересов: рудообразование и металлогения. Автор восьми монографий и более 270 научных статей.