

ГЕОЛОГИЯ

Б. П. КРотов

**МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ ЗАМЕЩЕНИЯ В ОЗЕРНЫХ РУДНЫХ
ОСАДКАХ РАЗЛИЧНОГО ТИПА В РАЗНЫЕ СТАДИИ ЖИЗНИ ОЗЕР**

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 24 VI 1950)

В статье описываются некоторые результаты произведенных автором исследований процессов формирования месторождений различных руд озерного происхождения. Расшифровка хода этих процессов в древних озерных месторождениях стала возможной только благодаря работам ряда исследователей по изучению процессов современного рудообразования (1, 2). При этом было установлено, что изменение характера среды в озерах: обуславливает изменение состава рудных осадков, которое сопровождается процессами метасоматического замещения одних минералов другими. Наблюдение хода этих процессов замещения в шлифах было положено в основу расшифровки аналогичных, так называемых ранне-диагенетических процессов, протекавших во время формирования древних месторождений озерных руд. Имеющиеся данные о физико-химическом характере среды, при котором происходит образование тех или иных минералов, позволили приурочить это минералообразование к тем стадиям жизни озер, для которых свойственны эти условия среды.

**Процессы рудообразования в современных
озерах**

Образование современных озерных руд в форме шариков и лепешек происходит в прибрежной зоне. То, что называется рудой, представляет песок с примесью большего или меньшего количества рудных выделений. Далее от берега зона рудоносного песка сменяется зоной полужидкого зеленого или серо-зеленого ила, который по составу приближается к железистым хлоритам (2).

Микроскопические исследования отдельных оолитовых и денежных рудных выделений показали присутствие в них песчинок в центре и в некоторых концентрических оболочках. Иногда песчинки бывают разъедены и замещены от краев и от трещин или разделены прожилками гидроокислов железа на части, погасающие одновременно. Замещенные участки сохраняют контуры песчинки, отличаясь своей более светло-желтой окраской от гидроокиси железа темнубурого цвета, образующей массу концентрата. Такое строение песчинок несомненно представляет начальные стадии процесса метасоматического замещения песка гидроокисью железа, сопровождающегося переходом кремнезема в раствор. По данным Бриттона кремнезем устойчив в осадке только при pH 6, а в более кислой и в более щелочной средах он растворим. Наши исследования показали наличие значительных колебаний pH среды в озе-

рах, а именно от 6,5 до 9,5 л во время цветения воды. Можно думать, что метасоматическое замещение гидроокисью железа происходит в щелочной среде во время цветения воды в озере.

Во время исследований процессов рудообразования в озерах Карельского перешейка нам не удалось изучить процессы рудообразования в озерах, переживающих конечные стадии своей жизни — заболачивание. В болотах Московской области по данным ряда лиц рН среды колеблется от 3,2 до 6,6 ⁽²⁾, но рудообразование в них недостаточно изучено. В Белоруссии в торфяных болотах рудные осадки изучал Г. И. Бушинский ⁽¹⁾, который находил в торфе и под торфом скопления сидерита, вивианита и железистого хлорита. Однако эти минеральные массы Г. И. Бушинский считал не продуктами осаждения из воды озер, а выделениями из просачивающихся через торф грунтовых вод. Воды, вытекающие из линз железистых хлоритов имели рН около 7,3, а из линз вивианитов и сидеритов — около 7,4, т. е. эти воды имели слабо щелочной характер.

Процессы формирования юрских озерных месторождений оолитовых железных руд Халилова

Процессы формирования этих месторождений описывались мною ранее ^(3, 5). В настоящей работе ход этих процессов систематизируется и приурочивается к различным стадиям жизни озер и к условиям среды в них.

Месторождения образовались в озерах в пределах депрессивной зоны среди карбонатизированных и кремнелых змеевиков. Это обусловило с самого начала щелочной характер среды в них, и только в конечных стадиях их жизни, т. е. в эпоху заболачивания, судя по появлению в рудах гидраргиллита, рН среды делался кислым. Процессы метасоматического замещения проявлялись в разных стадиях жизни озер, но протекали в разных направлениях. Мы рассмотрим их в порядке их смены в вертикальном направлении.

1. Процессы замещения в первых стадиях рудоотложения. К этому времени нужно отнести начало выделения гидроокислов железа и магнетита в прибрежных мелководных частях озер. При образовании оолитов и пизолитов (бобов) гидрогетита, гидрогематита и магнетита производили разъедание и окорковывание имевшихся на дне песчинок (кварц и пр.) и обломков растений или полное замещение их. Ход этих процессов иллюстрируют микрофотографии руд, где видны замещения кварца гидрогетитом (см. ⁽⁵⁾, рис. 9), растительных остатков гидрогетитом (там же, рис. 10) или магнетитом ⁽³⁾, фиг. 14), обломков кальцита магнетитом ⁽³⁾, фиг. 17), оолитов кальцита гидрогетитом ⁽⁵⁾, рис. 8).

2. Замещение карбонатами пизолитовых руд в начальных стадиях формирования месторождений.

Эти процессы наблюдались в небольших карстовых углублениях в карбонатизированных змеевиках вдоль западного берега Баймакской депрессии и Мало-Халиловского и Орловского месторождений. Такие депрессии заполнены кластическими материалами и оолитами магнетита и гидрогетита. В них впитывались грунтовые воды, вытекающие из окружающих карбонатизированных змеевиков и содержащие в растворе карбонаты кальция и магния. Эти виды, судя по содержанию этих солей, должны были иметь щелочной характер. Они разъедали неравномерно оолиты магнетита и гидрогетита, замещали их на некоторую глубину карбонатами, а также производили цементацию и замещение кластического материала и растительных остатков ⁽⁵⁾, рис. 3, 4, 5 и ⁽³⁾, фиг. 18 и 19). Ранняя стадия диагенеза доказывается про-

явлением более позднего процесса замещения карбонатов хлоритами.

3. Замещение хлоритами в более позднюю стадию жизни озер.

В это время возникавшие в озерах гидрозолы хлоритового состава проникали вглубь через осадки бобов оолитовых, грубо и тонкослоистых руд и достигали карбонатизированной зоны коры выветривания змеевиков и карбонатизированных пизолитовых руд в карстовых углублениях (³, ⁵). В пизолитовых и грубослоистых рудах хлоритизация вызвала полное или частичное замещение кластических материалов и карбонатного цемента, а также разведение и замещение в большей или меньшей степени пизолитов гидрогетита и магнетита. В тонкослоистых рудах хлоритизация обусловила (³), фиг. 21) полное замещение хлоритовым веществом одних прослоек или участков породы, и в особенности карбонатных, при сохранении без изменения промежуточных прослоек или участков разного минералогического состава. Определения рН в водах, вытекающих из хлоритизированных пород, дали значения рН 7,1—7,7.

4. Процессы замещения в конечных стадиях жизни озер.

Процессы диагенеза в это время происходят в основном только в верхней части рудных залежей. Здесь в пластах глиноземистых пизолитовых и, частично, в пизолитовых рудах и по трещинам высыхания в них наблюдается выделение чистого алюмогеля с корочками гидрагиллита в пустотах, или выделение чередующихся слоечков хлоритового геля и алюмогеля. Смешанные золи или алюмозоли, инфильтрировавшиеся в пизолитовые руды, разьедали и замещали пизолиты гидрогетита и цементирующую хлоритовую массу более молодым хлоритовым гелем с кавернами, выполненными алюмогелем или чистым гидрагиллитом. В своих прежних работах автор (³, ⁵) недостаточно резко отделял эти процессы от времени развития процесса хлоритизации. В настоящее время решающее значение для выделения гидрогеля глинозема автор придает не повышенному содержанию кислорода, а кислому рН среды в конечных стадиях жизни озер (²). Определение рН в водах, вытекающих из пласта верхних глиноземистых руд Орловского месторождения, дало величины 6,5—6,6, т. е. показало их кислый характер, что, очевидно, надо поставить в связь с заболачиванием бассейнов.

Процессы формирования бокситовых озерных месторождений апт-сеноманского возраста на Среднем Урале

Согласно описанию автора и Т. И. Столяровой (⁴), озера возникали здесь среди известняков в карстовых углублениях и в областях развития туфов и ретических глинистых сланцев, содержащих пирит.

1. Рудообразование в начальной стадии жизни озер.

В прибрежной зоне озер, возникших среди области развития ратических сланцев отлагались разной величины обломки ратических сланцев и коры их выветривания, а также растительных остатков, образуя зоны брекчий, песка и ила, среди которых выделились кубики и линзочки пирита и выделения сидерита. В нижних горизонтах этих пород наблюдаются часто сростки кристалликов сидерита в форме розеток, врастающих в обломки сланцев и замещающих их от краев и от трещин.

Присутствие растительных остатков, пирита и сидерита свидетельствуют о наличии кислой восстановительной среды в этих озерах. В вышележащих частях этих серых глинистых пород появляются сначала одиночные, затем многочисленные пизолиты гематита и магнетита. Присутствие их указывает на смену восстановительной среды на слабо окислительную, но без значительного изменения рН среды. Несколько выше располагается переходная зона от этих глин с железистыми пизолитами к типичным пизолитовым бокситам. Здесь наблю-

дается ясная картина некогда протекавшего процесса метасоматического замещения обломков глин и сланцев алюмо- и ферриалюмозолями, которые инфильтрировались сверху между обломками этих пород и замещали тонкообломочный материал нацело, а более крупнообломочный разседали и замещали частично. Одновременно и аналогично разседались и замещались железистые пизолиты. Судя по цвету и условиям залегания ферриалюмо- и алюмогелей, они относятся к нескольким генерациям, последовательно проникавшим в породу. В результате возникали глинистые бокситы с различным соотношением алюмо- и ферриалюмогеля.

Выше расположена главная масса плотного каменистого боксита бледнокрасного цвета с характерным плоско раковистым изломом. Имевшиеся в первоначальной породе кластические материалы уже нацело замещены ферриалюмогелями.

В верхних горизонтах залежи боксита иногда встречаются трещины высыхания, заполненные зеленоватым или красным хлоритовым гелем, что указывает на колебания физико-химического характера среды в самые последние стадии жизни озера.

Таким образом, в древних озерах, как и в современных, рудообразование происходило в прибрежной зоне песка, который примешивался к рудным выделениям и только позднее замещался тем или иным рудным минералом. В результате хода диагенетических процессов месторождения древнего возраста приобрели зональное строение и состоят из зон различного минералогического состава, сменяющихся в вертикальном направлении, возникновение которых обусловлено изменением физико-химического характера среды во время отложения рудных осадков.

Условия образования главной массы руды в месторождениях определяют отнесение их к известному генетическому типу. Так, Халиловские месторождения нужно считать возникшими в озерах со слабо щелочной средой, а бокситы — в озерах со слабо кислой средой.

Поступило
22 VI 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Г. И. Бушинский, Бюлл. МОИП, Отд. геол., 21 (3) (1945). ² Б. П. Кротов, ДАН, 71, №№ 3 и 5 (1950). ³ Б. П. Кротов и др., Тр. Ин-та геол. наук, в. 67 (1942). ⁴ Б. П. Кротов и Т. И. Столярова, Изв. АН СССР, сер. геол., № 4 (1942). ⁵ Б. П. Кротов, Тр. Ломон. ин-та АН СССР, в. 9 (1937).