

Б. П. КРОТОВ

ОБ ИСТОЧНИКЕ ЖЕЛЕЗА ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ ОСАДОЧНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 13 X 1951)

Интерес к вопросу об источнике железа, образующего осадочные месторождения, среди советских геологов пробудился во время первых Сталинских пятилеток, когда начались широкие поиски и изучение различных полезных ископаемых в СССР. В это время нашли свою оценку незадолго перед этим опубликованные мнения по вопросу об источнике железа Хуммеля⁽¹⁰⁾ и Кайё^(11, 12). Первый из них высказал идею об образовании осадочных морских железорудных месторождений путем подводного выветривания силикатных пород в богатой кислородом среде на дне морей. Характерным примером подобного образования железорудных минералов Хуммель считал глауконит и лептохлорит, в меньшей степени — гидрогетит. Слабой стороной гипотезы Хуммеля с самого начала была признана недостаточная геологическая обоснованность ее: автор ее не описал коры выветривания пород дна и не установил перехода их в лептохлориты или в глауконитовые породы. Кроме того, глауконитовые пески, в составе которых, главным образом, встречается глауконит, не могут быть отнесены к железорудным месторождениям. Поэтому гипотеза Хуммеля не пользовалась особой популярностью после ее появления, хотя и была принята многими за рубежом. Особенно ясно выступает неправильность взглядов Хуммеля при разборе работ Хаддинга⁽¹³⁾ и Галлиера⁽¹⁴⁾.

Кайё, на основании изучения условий образования железорудных месторождений различного возраста Франции и некоторых других стран, пришел эмпирически к выводу о существовании генетической приуроченности железорудных месторождений к более древним горным цепям возникшим в предшествующие эпохи диастрофизма. В последующие эпохи, по его мнению, происходит выветривание таких горных цепей, и они являются источником железа для образования осадочных железорудных месторождений, которые возникают вокруг горных цепей.

В СССР взгляды Хуммеля были приняты относительно ограниченным числом геологов. Их развивал Н. М. Страхов, позднее от них отказавшийся; к ним отнеслись сдержанно Л. В. Пустовалов⁽⁸⁾ и М. С. Шведов⁽⁹⁾. Они встретили суровую критику А. Д. Архангельского⁽²⁾ и позднее Страхова и Формозовой (1949). Наоборот, взгляды Кайё встретили сочувствие и подверглись у нас дальнейшей разработке и уточнению. Действительно, Кайё высказал свои взгляды в очень схематичной форме и оставил без рассмотрения целый ряд важных вопросов для понимания условий рудообразования. Прежде всего целый ряд геологов, изучавших рудные месторождения, принимая, подобно Кайё, что источником рудообразующих растворов являются выветривающие горные

цепи, уточнял условия образования месторождений из мигрирующих с гор растворов. Они согласно признали, что осадочные рудные месторождения образуются при морских трансгрессиях на древние горные области и что роль трансгрессии заключается в создании благоприятных физико-географических условий (заливы и лагуны у берегов морей, озера на суше) для выпадения и концентрации металлов и образования рудных месторождений.

Во время работ по изучению генезиса бокситов СССР А. Д. Архангельский подробно осветил вопрос: образуются ли крупные месторождения при выветривании всяких пород или они возникают только в тех местах, где подвергаются выветриванию богатые железом магматические и метаморфические породы. Исследования А. Д. Архангельского и его учеников по этому вопросу дали вполне убедительное доказательство важного значения присутствия вблизи месторождений богатых железом выветривающихся пород, как, например, ультраосновных пород, для образования бокситов с повышенным содержанием железа и крупных месторождений железных руд. Это мнение Архангельского нашло всеобщее признание в СССР.

Несколько иную точку зрения на источник железистых растворов для образования осадочных железорудных месторождений высказал Н. М. Страхов ⁽³⁾, который для возникновения тех и других месторождений отнюдь не требует обязательно присутствия пород, обогащенных железом, хотя наличие последних может иметь заметное положительное влияние на пространственную локализацию, на запасы и на особенности их химического состава.

В литературе неоднократно указывался еще один источник железистых растворов для образования осадочных месторождений железных руд, а именно — выветривание и миграция железистых растворов из ранее образовавшихся месторождений магматогенного и метаморфогенного происхождения, находящихся вблизи осадочных месторождений более позднего возраста. Эти взгляды почему-то остались забытыми и недооцененными в более поздних работах. Высказанные в литературе мнения по этому вопросу нужно разделить на две группы: 1) общие соображения о возможности такого происхождения и 2) геологически обоснованные мнения, устанавливающие генетическую связь между двумя типами месторождений.

К категории общих соображений о генетической связи осадочных месторождений железных руд с магматическими месторождениями или железистыми кварцитами нужно отнести прежде всего высказывания Д. В. Наливкина ⁽¹⁾ о происхождении керченских месторождений за счет железистых растворов, поступавших в воды киммерийского моря при выветривании докембрийских месторождений типа криворожских. Сюда относится и мнение И. И. Танатара ⁽⁴⁾ о происхождении Керченского и ряда мелких месторождений, находящихся к северу от Криворожского и западнее Курской магнитной аномалии (КМА).

К числу месторождений, возникших при выветривании железистых кварцитов КМА, Танатар относит тульские и липецкие. Было высказано также мнение, что месторождения Керченского полуострова, северного побережья Азовского моря и Таманского полуострова образуют единый железорудный бассейн, возникший в киммерийское время за счет притока железистых растворов с севера, со стороны Кривого Рога и КМА, и с юга, со стороны Крыма и Кавказа.

Вторая категория мнений основывается на детальных изучениях условий залегания осадочных месторождений вблизи месторождений магматического или метаморфогенного происхождения, позволивших установить геологически или геохимически генетическую связь этих двух типов месторождений.

Такие генетически связанные месторождения магматического и оса-

дочного происхождения встречаются как на Урале, так и в Европейской части. Примером их на Урале являются прежде всего морские хромит-содержащие месторождения оолитовых железных руд, получившие название «месторождения бурохромистых руд». Они залегают на размытой поверхности коры выветривания месторождений контактово-метасоматического происхождения и на серпентинитах, содержащих выделения хромитов. Осадочная пачка пород состоит из осадков континентального нижнего мела и из покрывающих их морских отложений песчаных оолитовых руд верхнемелового возраста. Нижнемеловые отложения представляют осадки озерного происхождения и сложены песками и глинами с прослоями конгломератовых руд, состоящих из обломков бурого и красного железняка, магнетита, хромита, кварца и магматических пород. Их перекрывают темные глины с лигнитом и линзами сидерита. На размытой поверхности нижнемеловых отложений, а иногда и прямо на коре выветривания месторождений магнетитов залегают верхнемеловые морские оолитовые железные руды. Они представляют собой осадки прибрежной зоны моря, сложенные из глауконитовых песков, сильно обогащенных рудными выделениями. Их слагают оолиты гидрогетита, лептохлорита, обломки магнетита, кварца и зерна глауконита, цементированные хлоритом и гидрогетитом.

В тех местах, где верхнемеловые морские оолитовые руды залегают на размытой поверхности коры выветривания месторождений магнетитов контактово-метасоматического происхождения, они не содержат обломков хромита. Такие месторождения оолитовых руд состоят из магнетитовых конгломератов в прибрежной зоне и из оолитовых песчаных руд далее от берега верхнемелового моря. Обе зоны связаны друг с другом постепенными переходами.

Несомненная генетическая связь между месторождениями магнетитовых кварцитов КМА и месторождениями богатых мартито-сидеритовых руд КМА была установлена И. А. Русиновичем (5). Согласно моему толкованию (?), здесь на головах магнетитовых кварцитов, покрытых корой выветривания доверхнедевонского времени, залегают мартито-сидеритовые руды, представляющие собой сидеритизированную кору выветривания магнетитовых кварцитов на дне морей девонского, нижнекаменноугольного и юрского времени. Процесс сидеритизации голов мартитовых кварцитов обусловлен действием выделяющегося углекислого железа, метасоматически замещавшего мартит и кварц. Морские трансгрессии сопровождалась размывом мартитовых кварцитов и возникновением обломочных руд, залегающих в виде линз в основании девона, карбона и юры. Эти обломки подверглись также сидеритизации. Прямым доказательством генетической связи между осадочными и подстилающими их метаморфогенными, осадочными или магматогенными месторождениями нужно считать нахождение осадочного озерного или морского месторождения в прибрежной зоне древних бассейнов, вдоль берегов которых тянется железорудное месторождение магматического или метаморфогенного происхождения. Кроме местоположения, доказательством такого генезиса является присутствие в прибрежной зоне древнего бассейна рудных конгломератов — продуктов размыва рудных месторождений наступавшим морем, а также иногда присутствие в осадочных месторождениях характерных элементов, содержащихся в рудах магматогенного происхождения (Cr, Ni, Co).

Наличие парагенетически связанных магматогенных и осадочных месторождений железных руд неоднократно отмечалось в литературе, но генетическое значение этого факта оставалось непонятым. Между тем, как показывают исследования последнего времени, число таких месторождений в СССР непрерывно увеличивается по мере изучения железоруд. В настоящее время уже можно полагать, что большая часть более крупных осадочных месторождений возникла в таких условиях.

Поэтому сопряженность двух типов месторождений можно считать поисковым признаком.

Таким образом, выветривание ранее существовавших месторождений железных руд, несомненно, является в СССР во многих случаях источником железистых растворов для образования вблизи них новых, более молодого возраста осадочных месторождений железных руд, но роль этого источника железа при образовании осадочных месторождений в мировом масштабе еще недостаточно выяснена.

В связи с этим встает вопрос об условиях перехода в раствор и способе переноса железа из руд контактово-метасоматических месторождений в морские бассейны, где оно отлагается в прибрежной зоне в виде оолитовых гидрогетитовых, или оолитово-гидрогетит-сидеритовых, или лептохлоритовых руд. Условия нахождения контактово-метасоматических магнетитовых месторождений вдоль берегов морских бассейнов, в прибрежной зоне которых отложились эти оолитовые руды, указывают на два возможных случая генезиса руд: 1) руды образовались в море, которое близко подходило, но не заливало месторождения магнетитовых руд, и 2) море покрывало эти месторождения. В первом случае процессы выветривания и переход железа в раствор шли на суше. Известно, что магнетит, как и скарны, перешедшие в бурые железняки, легко восстанавливается и переходит в раствор в среде восстановительной, а именно, при выветривании под покровом леса, растительности и под болотами. Такие условия существовали в течение нижнего мела на Урале, когда здесь, судя по характеру пыльцы и по характеру коры выветривания, климат был жаркий и влажный, а сами нижнемеловые осадки, перекрывающие месторождения магнетитов, как выше указано, представляют собой озерно-болотные отложения.

Во втором случае месторождение магнетитовых руд должно было подвергнуться воздействию вод моря, которое должно было, с одной стороны, размывать его и переотлагать продукты размывания вдоль берега в виде песка и галек. Таким путем должны были возникнуть мартитовые галечники.

С другой стороны, морская вода должна была действовать химически и переводить в раствор железо и другие элементы из руд и скарнов. Вопрос о возможности растворения магнетита, мартита и бурых железняков действием морской воды не освещен в литературе. Но такой переход вполне возможен под илами. Для разъяснения этого вопроса нами были поставлены специальные опыты, которые показали переход железа в раствор под воздействием морской воды в восстановительных условиях среды.

Поступило
28 IX 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Д. В. Наливкин, Учение о фациях, 1932. ² А. Д. Архангельский, Тр. Конфер. по генезису руд железа, марганца, алюминия, изд. АН СССР, 1937. ³ Н. М. Страхов, Тр. ИГН АН СССР, в. 73 (1947). ⁴ И. И. Танатар, Научн. зап. Днепропетр. гос. ун-та, 31 (1948). ⁵ И. А. Русинович, Сов. геол., сборн. 28 (1948). ⁶ Б. П. Кротов, ДАН, 33, № 1 (1941). ⁷ Б. П. Кротов, ДАН, 65, № 1 (1949); 67, № 6 (1949). ⁸ Л. В. Пустовалов, Петрография осадочных пород, I и II, 1940. ⁹ М. С. Швецов, Петрография осадочных пород, 1948. ¹⁰ K. Hummel, Geol. Rundschau, 13 (1922). ¹¹ L. Cayeux, Minerais de fer secondaires, Paris, 1922; Les mineraux de fer oolithique de fer de France, fasc. II. ¹² L. Cayeux, C. R., 156 (1913). ¹³ A. Hadding, The prequaternary sedimentary rocks of Sweden. 4. Glauconite and glauconitic rocks, Lund, 1922. ¹⁴ E. W. Gallifer, Bull. Geol. Soc. Amer. № 9, 1351 (1935).