

Д. И. ПАВЛОВ, Н. Н. НИКОЛЬСКАЯ
ДОЛЕРИТЫ, РАССОЛЫ, ЖЕЛЕЗО

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 7 IV 1969)

Анализ палеогидрогеологической обстановки юго-западной части Сибирской платформы ко времени развития на этой территории трапшного магматизма позволил Е. А. Баскову (1) выдвинуть гипотезу о формировании здесь гидротермальных железозоносных растворов в результате взаимодействия в зонах тектонических разломов высококонцентрированных подземных рассолов с остывающими телами долеритов.

Весьма важным для суждений о возможности извлечения железа из долеритов при их переработке рассолами могло бы оказаться изучение изменений в долеритах, вызванных их взаимодействием с рассолами в условиях высоких температур.

Казаркинская скважина, расположенная на левом берегу р. Лены между пос. Усть-Кут и Марково, вскрыла в породах усольской свиты нижнего кембрия между отметками 2010 и 2116 м пластовое тело долеритов. Вверх от него идет переслаивание засоленных доломитов с солями. Ниже долеритов, до 2180 м, залегают засоленные доломиты с преобладанием соли в самой верхней части. Долериты Казаркинской скважины заметно трещиноваты. В отличие от застывших в солях и мало измененных долеритов Заярска (2), эти трещины выполняются не только каменной солью с количественно подчиненным ей тонкоигольчатым амфиболом, но и гидротермальными серпентино-хлоритовыми прожилками. Помимо них в керне отмечены линейно вытянутые обособления, сложенные темно-зеленым амфиболом. Большой шлиф, изготовленный поперек одного из них, подтвердил метасоматический характер развития амфибола и позволил выделить ряд зон, промежуточных между неизменным долеритом и его амфиболизированной разностью. Суммарная мощность измененной зоны составляет 3—4 см, из которых на долю амфибола приходится 1,5—2 см.

Наиболее измененный, амфиболизированный, долерит (зонка 1, см. рис. 1) сложен табличатыми индивидами гастингсита ($N_p \sim 1,665$, $N_g - N_p$ до 0,026, большой $2V$, $c:N_g$ в пределах $17-24^\circ$, слабый нежно-зеленоватый — светло-желтый плеохроизм), в интерстициях которых неравномерно распределена вкрапленность ксеноморфных выделений галита, к которому иногда добавляется карбонат. С приближением к следующей зонке, вкрапленность галита исчезает, амфибол приобретает более интенсивную окраску и плеохроизм с переходом желтоватых оттенков в коричневые, двупреломление его падает до 0,012, $c:N_g$ возрастает до 28° . Характерно появление спутанноволокнистых агрегатов. Весьма интересно наличие в этих переходных участках авгита* ($N_1 \sim 1,665$; $N_g - N_p$ до 0,026; $c:N_p = 46^\circ$), не обнаруживающего коррозии со стороны соприкасающегося с ним амфибола; последнее отмечается лишь с приближением к гастингситовым участкам. Пироксен здесь имеет отчетливо более высокое двупреломление (до 0,039), $c:N_p$ до 73° и принадлежит к эгиринавгиту. Между ним и отмеченным выше авгитом есть промежуточные разности.

Переход к зонке 2 знаменуется появлением контуров табличек плагиоклаза, нацело замещенного войлокоподобным агрегатом мелких выделений амфибола, выглядящим при малых увеличениях сплошной темной

* Авгит подтвержден рентгенографически.

массой * (рис. 2). Между ними располагаются ксеноморфные выделения первичного пироксена долеритов с пятнистыми амфиболовыми замещениями.

Следующая, существенно хлоритовая зонка характеризуется почти полным исчезновением амфибола, вместо которого в псевдоморфозах по плагиоклазу и пироксену развивается хлорит с небольшой добавкой серпентина. Наряду с ними отмечается тальк (стеатит), преимущественно развивающийся по оливины и пироксену. Характерно присутствие ре-



Рис. 1

Рис. 1. Гастунгитовая порода, образованная по долериту. Белые пятна — галит. 46X. Без анал.



Рис. 2

Рис. 2. Переходная порода (зонка 2). Черное — плагиоклаз, замещенный нефритом. В правой верхней части снимка по пироксену развивается хлорит (переход к зонке 3). 30X. Ник.+

ликтов плагиоклаза, сохранившегося от замещений. Мощности зонки 2 и 3 непостоянны, местами хлоритовая зонка почти выпадает за счет расширения зонки 3, и наоборот.

Существенно хлоритовая зона 3 плавно переходит в относительно свежий долерит. В переходных участках доля стеатита резко возрастает. Он весьма мелкозернист и несет столь же мелкую рудную вкрапленность. Пироксен в долерите свободен от видимых замещений, основность же плагиоклаза несколько понижена, что проявляется, в частности, в некоторой расплывчатости его контуров и появлении перекатывающегося погасания. Здесь уже можно различить структурные реликты оливина, полностью замещенного палагонитоподобным зеленым веществом, иногда с

* Рентгенографически установлена их принадлежность нефриту.

Таблица 1

Химические анализы долерита Казаркинской скважины, развивающейся по нему существенно амфиболовой породы и промежуточных образований

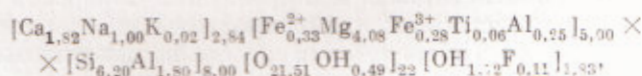
	1	2	3	4	5
SiO ₂	48,64	48,04	42,20	41,56	38,38
TiO ₂	1,57	1,98	2,13	1,89	0,58
Al ₂ O ₃	15,28	13,91	12,69	8,71	10,74
Fe ₂ O ₃	2,25	1,86	2,11	2,90	2,33
FeO	40,45	9,01	11,94	9,47	2,46
MnO	0,49	0,22	0,25	0,20	0,02
MgO	7,48	7,86	11,34	12,27	16,97
CaO	10,41	10,75	8,62	13,17	12,42
Na ₂ O	2,71	2,87	2,03	4,10	8,07
K ₂ O	0,48	0,38	0,30	0,20	0,10
H ₂ O ⁻	He обн.	0,56	0,62	0,49	He обн.
H ₂ O ⁺	0,53	1,65	4,39	2,36	2,05
CO ₂	He обн.	0,43	He обн.	0,48	1,48
S	He опр.	0,23	0,32	0,07	He опр.
Cl	0,60	0,37	0,68	3,05	5,56
F	He обн.	He обн.	He опр.	He опр.	0,22
	100,59	100,12	99,82	100,92	101,38
Попр. на S	—	0,11	0,16	0,04	—
» » Cl	0,25	0,08	0,15	0,72	1,27
» » F	—	—	—	—	0,09
Сумма	100,34	99,93	99,51	100,16	100,02

Примечание. 1 — долерит, 2 — «палагонитовый» долерит, 3 — хлоритовая зона 3, 4 — зона 2, 5 — гастингситовая зона 1. Анализы выполнены Н. Н. Никольской.

небольшой добавкой стеатита.

В табл. 1 даны химические анализы выделенных зон и примыкающего к ним долерита, а также взятого в полуметре долерита без палагонитовых замещений. По данным их пересчета по методу Барта построена диаграмма привноса — выноса (рис. 3). При пользовании результатами анализов и диаграммой следует учитывать, что из-за невыдержанности и промежуточных зон по мощности и связанных с этим трудностей отборки материала анализы соответствуют зонкам не вполне точно.

Кроме того, небольшая проба существенно амфиболовой породы обрабатывалась в течение часа бидистиллятом, с пятикратной его сменой, после чего в сухом остатке было определено отсутствие хлора и 3,03% Na₂O. Таким образом, в вытяжку перешел весь хлор (5,56%) с эквивалентным ему количеством натрия (8,07—3,03 = 5,04% Na₂O = 3,74 Na), и содержание хлора в существенно амфиболовой породе должно быть целиком отнесено к галиту, которого в ней 9,3%. Главная его масса, скорее всего, тонко диспергирована в породе. В целом галит ни в коей мере не определяет облика породы и может быть замечен только в специально приготовленных шлифах (*). Остаток после выведения из анализа компонентов галита и кальция хорошо рассчитался на амфибол состава



что действительно соответствует гастингситу с некоторой долей титанистой составляющей. Совершенно удивительно отсутствие в нем хлора: хлорсодержащие гастингситы (дашкесаниты) хорошо известны.

Из диаграммы (рис. 3) можно сделать два вывода, имеющие прямое отношение к теме статьи:

1. Значительный вынос FeO совершается лишь при формировании существенно амфиболовых пород. С началом развития амфиболовых замещений кривая MgO почти точно зеркально отражает кривую FeO. Таким образом, увеличение содержаний MgO ведет к непрерывному убыванию FeO.

2. Отчетливо проявлена разница в фиксации Cl и иона OH; уменьшение отложения Cl в сторону менее измененных пород сопровождается увеличением фиксации OH⁻. Поскольку концентрации Cl в существенно амфи-

боловой породе целиком относится к галиту, указанное обстоятельство можно интерпретировать как свидетельство быстрой разгрузки поступавших растворов от NaCl. В то же время, формирование интересных нас существенно амфиболовых обособлений, несомненно, связано с воздействием на долериты концентрированных хлоридных натрий — магниевых рассолов.

Несмотря на сравнительно незначительный масштаб развития рассмотренных замещений, изложенный материал достаточно ясно характеризует результат высокотемпературного взаимодействия долеритов и концентрированного Mg-содержащего рассола. Несомненно, что при широком проявлении подобного взаимодействия на месте долеритов могут форми-

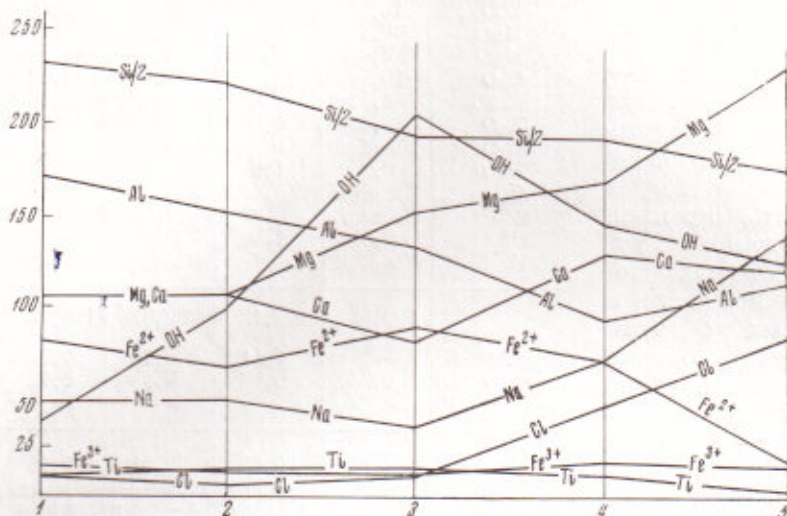


Рис. 3. Диаграмма привноса — выноса при формировании по долеритам (1) существенно гастингситовых обособлений (5). 2 — «палагонитовый» долерит, 3 — зона 3 (хлоритовая), 4 — зона 2

роваться существенно амфиболовые породы, значительно обедненные железом за счет накопления в них магния. Интересно, что практическое извлечение валового железа (около 64% от общего его содержания в долерите, определенного в форме Fe_2O_3) в описанном случае выше, чем в идеальных опытах по возгонке летучих хлоридов железа при взаимодействии долеритового расплава с NaCl, где максимум такого извлечения составил 30—40% (4).

Изложенное не решает вопроса об источнике железа в рудообразующих растворах магномагнетитовых месторождений Сибирской платформы. Тем не менее, оно представляет принципиальный интерес, характеризуя возможную роль рассолов в извлечении железа из долеритовых тел в условиях высоких температур. При наличии благоприятных условий это железо могло отлагаться, давая рудные концентрации. В какой-то мере сказанное подтверждается тем, что например, для Тунгусского железорудного поля известна парагенетическая связь оруденения с амфиболизированными габбродиабазам (5).

Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии
Академии наук СССР
Москва

Поступило
29 III 1969

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Е. А. Басков, Тр. Всесоюз. н.-и. геол. инст., 134 (1968). ² Д. И. Павлов, И. Д. Рябчиков, Изв. АН СССР, сер. геол., № 2 (1968). ³ Д. И. Павлов, Изв. АН СССР, сер. геол., № 2 (1965). ⁴ Н. В. Павлов, А. И. Цветков, А. Г. Котлова, Геол. руд. месторожд., № 6 (1964). ⁵ Н. В. Павлов, Тр. Инст. геол. руд. месторожд., петрогр., минер. и геохим. АН СССР, в. 52 (1961).