

**Особенности преобразования гиалокластов кислого
состава при формировании джасперитов
на Узельгинском колчеданоносном поле (Южный Урал)**

Процессы гальмиролиза, характерные для открытых океанических бассейнов с малыми скоростями осадконакопления, имеют важное значение для океанского литогенеза. К настоящему времени в океанических осадках несомненно установлена генетическая связь между вулканогенным материалом и окисными соединениями железа и марганца в ассоциации со смектитами, кальцитом и кварцем [3, 5 и др.]. Возможная роль процессов гальмиролиза гиалокластических осадков в формировании палеозойских кремнисто-железистых отложений Уральского палеоокеана рассмотрена в работах А. В. Пуркина [6], А. Г. Злотника-Хоткевича [2], В. В. Масленникова [4].

Одним из важных литотипов кремнисто-железистых отложений являются джаспериты, которые широко распространены в колчеданоносных и марганцеворудных полях Уральского палеоокеана. Джаспериты марганцеворудных месторождений образуют линзовидные или холмообразные залежи и сложены однородным гематит-кварцевым материалом микроглобулярной, глобулярно-цепочечной, микросферолитовой структур. Текстуры джасперитов обычно массивные, сгустково-пятнистые и брекчиевые. Именно структурно-текстурные особенности, в частности, гелевые сферулы с переменным соотношением Fe-Si состава считаются наиболее надежным признаком гидротермально-осадочного происхождения этих гематит-кварцевых пород [1, 7 и др.].

Хорошо изученным колчеданоносным объектом Урала является Узельгинское рудное поле (Восточно-Магнитогорская островодужная зона), где джаспериты установлены в ассоциации с яшмами (Стабиакский участок), известковистыми отложениями (Талганское месторождение) и известняками (Южно-Талганский участок). Они располагаются в кровле эффузивно-гиалокластитовых построек кислого состава. Верхняя граница кремнисто-железистых слоев резкая, нижняя – с постепенным уменьшением степени «ожелезнения» осадка и постепенными переходами в гиалокластиты кислого состава. Гиалокластические прослои кислого состава с постепенными переходами в кварц-гематитовые породы встречаются

и внутри джасперитовых тел. Мощность прослоев от первых см до микроскопических размеров. Гиалокластиты состоят из несортированных обломков стекловатого облика разнообразных по форме: угловатых, обтекаемых, изометричных и удлинённых. Цвет меняется от зеленого, темно-зеленого, почти до черного. Они часто имеют конформные изрезанные, зазубренные ограничения. Цемент в гиалокластитах базальный, представлен кварцевым агрегатом, в котором заключены реликты мельчайших гиалокластов. Стекло всегда в разной степени изменено, причем этот процесс проявляется в породе неравномерно. Даже в пределах одного обломка наблюдаются участки более светлого (смектитизированного) стекла и темного (хлоритизированного). При сравнении рентгенограмм измененных в различной степени участков кислого стекла, установлено так же присутствие смешанослойного минерала хлорит-смектитового типа. Хлоритизация усиливается от центра к краям обломков, иногда хлоритизированные корки легко отделяются и создается впечатление генетически с ним не связанных наростов на гиалокласте. Существенно хлоритовый состав гиалокластов обусловлен, очевидно, диагенетическим преобразованием смектита в хлорит. Иногда в гиалокластах встречаются корродированные феннокристаллы кварца.

Сравнение химического состава риодацитов и их гиалокластитов (табл. 1) показывает, что в гиалокластитах увеличивается содержание железа в 2–3 раза, магния в 4–5 раз, марганца в 8–10 раз, содержание кремнезема уменьшается в 1.7–2 раза, глинозема и двуокиси титана существенно не меняются.

В кремнисто-железистом матриксе джасперитов «просвечивают» многочисленные псевдоморфозы гематит-кварцевых агрегатов по гиалокластам. Сглаженно-угловатые, овальные или фьяммевидные флюидалные гематитизированные «стекла» с причудливыми ограничениями имеют размер от крупных 1–3 мм и меньше. Часто в них встречается трещиноватость: оскольчатые изометричные и удлинённые микрофрагменты гиалокласта имеют друг с другом контакты, напоминающие по форме трещинки отрыва (рис. 1).

Последующие изменения этих обломков заключаются в формировании сферолитовых, колломорфных, глобулярно-цепочечных гематит-кварцевых образований, которые цементируются кварцевым материалом, т. е. возникали диагностические структу-

Таблица 1

**Химический состав риодацитов, их гиалокластитов
и джасперитов Узельгинского рудного поля**

Компо- ненты	T-5	6108	5064- 157	T-1c	6108-с	T-10/2	XIX- 5с	5073- 108	5142- 120
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	69.49	70.44	58.85	40.58	34.29	31.98	35.51	88.48	83.46
TiO ₂	0.34	0.39	0.20	0.86	0.34	0.48	0.35	0.02	0.02
Al ₂ O ₃	12.55	13.52	15.73	23.49	13.12	17.48	13.43	0.03	0.05
Fe ₂ O ₃	1.27	1.50	2.26	4.16	7.57	5.99	8.71	9.70	8.26
FeO	3.42	2.61	8.05	8.76	7.11	17.38	8.20	1.20	1.54
MnO	0.06	0.06	0.24	0.50	1.20	0.46	0.78	0.06	0.07
MgO	1.46	1.29	6.25	8.10	6.85	9.79	8.84	0.10	0.06
CaO	3.24	2.40	0.41	0.64	11.13	3.98	8.69	0.34	3.24
Na ₂ O	4.37	5.55	0.20	0.44	0.21	0.14	0.18	0.17	0.02
K ₂ O	0.64	0.42	1.20	2.70	0.50	0.40	0.22	0.03	0.02
P ₂ O ₅	0.08	0.07	0.07	0.12	0.20	0.31	0.13	0.06	0.04
SO ₃	0.05	0.12	0.12	0.16	0.23	1.15	0.28	–	–
CO ₂	0.90	0.58	0.13	0.10	8.22	2.29	6.26	0.10	3.01
Ппп	2.42	0.79	5.50	7.47	15.76	9.24	14.04	0.12	3.61
H ₂ O-	0.28	0,31	0.53	0.46	1.13	0.45	0.71	<0.10	<0.10
Сумма	99.67	99.47	99.61	98.54	99.64	99.23	100.07	100.31	100.39

Примечание. 1–2 – риодациты; 3–7 – их гиалокластиты; 8–9 – джаспериты. 1, 3–4, 6, 8–9 – Талганское месторождение; 2, 5 – Южно-Талганский участок, 7 – месторождение им. XIX Партсъезда. Анализы выполнены в Институте минералогии УрО РАН. Аналитик М. Н. Маляренко

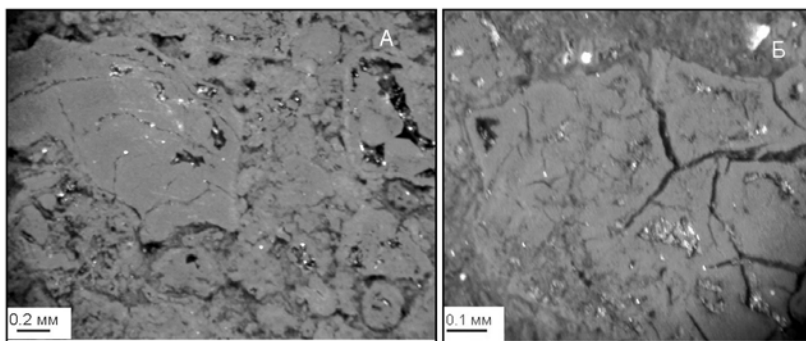


Рис. 1. Морфологические особенности гематитизированных гиалокластов в джасперитах.

А – обр. 5419, Талганское месторождение, Б – обр. 6107, Южно-Талганский участок. Отраженный свет. См. пояснения в тексте.

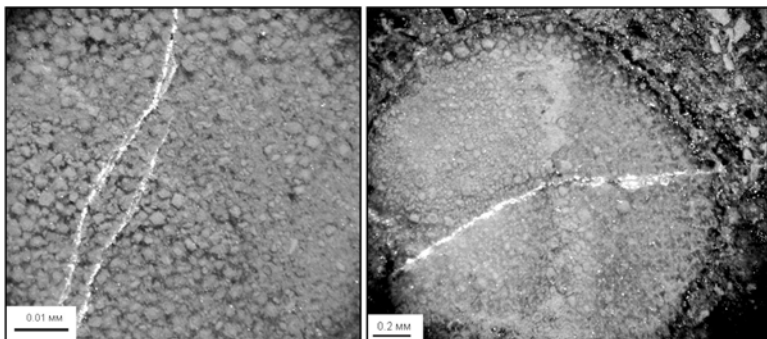


Рис. 2. Микротекстуры гематитизированных гиалокластов после начальной раскристаллизации.

Отраженный свет

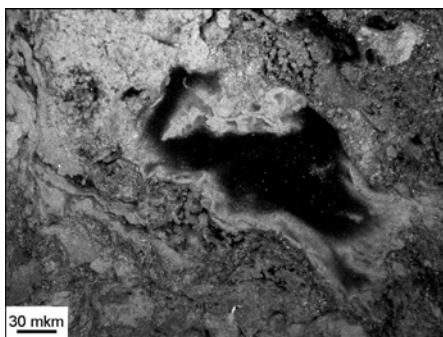
ры, похожие на раскристаллизацию геля (рис. 2). В позднедиагенетическом кварце присутствуют многочисленные кристаллики гематита. Таким образом, происходила мобилизация вещества в гематитизированных гиалокластах и формировались микробрекчиевые текстуры джасперитов.

При микроскопическом изучении джасперитов выявлены интересные факты преобразования «стекла» кислого состава, приводящего в конечном итоге к возникновению на месте «стекла» гематит-кварцевых агрегатов.

В шлифах «стекло» темное, в тонких сколах просвечивает зеленоватым цветом. Электронно-микроскопические исследования гиалокластов показывают, что они корродированы, неравномерно хлоритизированы, имеют непостоянный химический состав. Кремнезем иногда переотложен и приурочен к поверхности других минералов в виде кварцевых обособлений. Процесс замещения кварц-гематитовыми агрегатами начинается с поверхности гиалокласта. Замещение гиалокластического материала гематит-кварцевыми агрегатами неоднородное и, видимо, зависит от степени проницаемости отдельных его участков (рис. 3). Оранжево-красные образования кварц-гематитового вещества образуют обломковидные обособления и как бы цементируются существенно кварцевой составляющей. Отдельные участки цемента представлены мельчайшими выделениями смешаннослойного минерала хлорит-сметитового типа, хлорита и кварца. В тонкодисперсных гематит-кварцевых агрегатах наблюдаются кристаллы гематита. Подвижность компонентов в исходном субстрате настолько неоднородна, что зондируя зерна измененных гиалокластов, трудно найти участки одинакового химического состава. В табл. 2 приведены анализы

Рис. 3. Замещение гематит-кварцевыми агрегатами гиалокласта кислого состава.

1 – хлоритизированные участки гиалокласта, 2 – полностью замещенные кварц-гематитовые участки, 3 – частично замещенные гематит-хлорит-кварцевые участки, 4 – полностью замещенный кварц-гематитовыми агрегатами гиалокласт. Отраженный свет



приведены анализы состава хлорита (анализы 1–3), тонкодисперсных агрегатов существенно кварцевого состава (анализы 4–7) и кристаллов гематита в гиалокластах риодацитового состава (анализы 8–10).

В начальных стадиях преобразования кислого стекла накапливаются железо, магний и алюминий, уменьшается относительное содержание кремнезема. Образование гематит-кварцевых фаз в гиалокластах сопровождается выносом из краевых зон смектитизированного стекла большинства химических компонентов, фиксации железа и кремнезема (см. табл. 2). При формировании джасперитов направленность поведения этих элементов почти постоянна, иногда наблюдаются вариации в интенсивности выноса алюминия, титана, марганца, калия и кальция. Более постоянно уменьшение магния и натрия. Эти колебания объяснимы и вполне

Таблица 2

Химический состав измененного гиалокласта риодацитового состава

К-ты	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
1	28.34	0.02	21.78	27.95	1.18	14.44	0.13	0.56	0.06
2	32.99	0.01	20.05	25.68	0.60	13.15	0.02	0.75	0.06
3	25.40	0.02	13.19	31.87	0.81	13.19	0.85	0.17	0.08
4	73.75	0.01	8.84	12.17	0.40	4.48	0.04	0.08	0.03
5	90.96	0.00	3.87	0.66	0.03	1.57	0	0	0
6	97.82	0.00	1.35	0.96	0.01	0.37	0.03	0	0.06
7	85.51	0.02	4.90	5.71	0.09	1.69	0.08	0.02	0.01
8	2.56	0.17	1.68	92.66	0.07	1.00	0.64	0.02	0.03
9	8.05	0.02	4.72	82.63	0.35	3.37	0.68	0.64	0.07
10	4.18	0.01	2.22	89.47	0.15	1.42	2.24	0	0

Примечание. 1–3 – хлорит, 4–7 – существенно кварцевые агрегаты, 8–10 – кристаллы гематита. Анализы выполнены в Институте минералогии на микроскопе РЭММА-202М. Аналитик В. А. Котляров

естественны, так как микроскопическая и микрозондовая картина преобразования гиалокластов показывает гетерогенность возникающих новых фаз, смену разноокрашенных зон с различными показателями преломления, подтверждающих диффузионный характер процесса перераспределения железа, алюминия, кремнезема, магния и т.д. Микрозондовый анализ более поздних диагенетических фаз тоже улавливает в их составе присутствие включений компонентов вулканического стекла кислого состава – Al и Mg.

Таким образом, в результате длительного и многоступенчатого взаимодействия системы «океаническая вода – вулканическое стекло» на месте исходного стекла возникают новообразования Fe-Si состава. Это доказывает, что формирование таких образований может происходить не только путем осаждения железа и кварца из растворов, но и при непосредственном изменении стекла кислого состава путем диагенетического метасоматоза.

Автор благодарит В. В. Масленникова за консультации, М. Н. Маляренко и В. А. Котлярова за аналитические исследования. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 02-05-64821), программы «Университеты России» (УР.09.01.028) и ФЦП Интеграция (проект П0035).

Литература

1. *Зайкова Е. В.* Кремнистые породы офиолитовых ассоциаций (на примере Мугоджар). М.: Наука, 1991. 134 с.
2. *Злотник-Хоткевич А. Г.* Железистые и кремнисто-железистые осадки колчеданных месторождений // Кремнисто-железистые отложения колчеданоносных районов. Свердловск: УрО РАН СССР, 1989. С. 45–52.
3. *Коссовская А. Г., Петрова В. В., Шутов В. Д.* Минеральные ассоциации процессов палагонитизации океанических базальтов и экстракция рудных компонентов // Литология и полезные ископаемые, 1982. № 4. С. 10–31.
4. *Масленников В. В.* Седиментогенез, гальмиролиз и экология колчеданоносных палеогидротермальных полей (на примере Южного Урала). Миасс: Геотур, 1999. 348 с.
5. *Петрова В. В., Воронин Б. И., Серебренникова Н. Д.* Особенности подводного изменения основного стекла в скважине 160 рейса «Гломар Челленджер» // Литология и полезные ископаемые, 1980. № 2. С. 133–142.
6. *Пуркин А. В., Денисова Т. А.* Геологические критерии прогнозирования и поисков на Урале скрытых стратиформных медноколчеданных месторождений, сформированных по продуктам субмаринного выветривания базальтов. Свердловск: Уралгеология, 1987. 190 с.
7. *Старикова Е. В.* Гидротермальные железо-кремнистые отложения древних и современных океанов // Металлогения древних и современ-

ных океанов. Формирование и освоение месторождений в офиолитовых зонах. Миасс: ИМин УрО РАН, 2002. С. 79–82.