

УДК 553.291

ВЗРЫВНОЙ МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ РУДОНОСНЫХ КАТАКЛАЗИТОВ НА АЛЬБИТИТ-УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ УКРАИНСКОГО ЩИТА

© 2004 г. Н. Н. Тарасов

Представлено академиком Н.П. Лаверовым 15.01.2004 г.

Поступило 23.01.2004 г.

На урановых месторождениях, связанных с натриевыми метасоматитами, широко распространены специфические рудовмещающие структуры – объемные катаклазиты. Они приурочены к зонам глубинных долгоживущих разломов, контролирующим положение месторождений, и неразрывно связаны с процессами щелочного метасоматоза и рудоотложения. Проявляясь на той или иной стадиях щелочного процесса, катаклаз захватывает огромные блоки пород, формируя зоны объемного катаклаза. Характерной особенностью деформаций в зонах катаклаза является растрескивание пород без следов существенных перемещений или вращения раздробленных зерен минералов. Катаклазированные и в различной степени альбитизированные породы приобретают брекчиевидный облик. Они пронизаны густой сетью различно ориентированных микротрещин, которые рассекают зерна породообразующих минералов, а также развиты на их стыках. Трещины залечены щелочными темноцветными минералами (рибекитом, эгирином), хлоритом, эпидотом, карбонатом, а также минералами поздних ассоциаций – флогопитом, гематитом, урановыми минералами (рис. 1).

Большинство исследователей признает, что образование объемных катаклазитов происходило в результате неоднократных тектонических деформаций: катаклаз предшествовал альбитизации (предальбититовый катаклаз), а также проявлялся в период рудоотложения (постальбититовый предрудный и рудосопровождающий катаклаз). В то же время вопрос о причинах и механизме образования объемных катаклазитов остается дискуссионным. Многие исследователи, отмечая особый характер указанных деформаций, тем не менее полагали, что формирование катаклазитов

связано с развитием и подновлением рудоконтролирующих разломов. Отсутствие существенных перемещений обломков в зонах объемного катаклаза объяснялось стресс-метаморфизмом в условиях всестороннего сжатия, когда происходило раздавливание пород в основном по границам зерен породообразующих минералов и цементация их мелкообломочным материалом [1, 7].

Автор данного сообщения, длительное время изучавший структурные условия и закономерности локализации уранового оруденения на месторождениях Новоукраинского рудного поля (центральная часть Украинского щита), установил, что объемные катаклазиты, сформировавшиеся в узлах пересечения крупных разрывных структур, главной из которых является субмеридиональная Новокопачевская тектоническая зона, определили положение и морфологию альбититовых и урановорудных тел [8]. Анализ пространст-

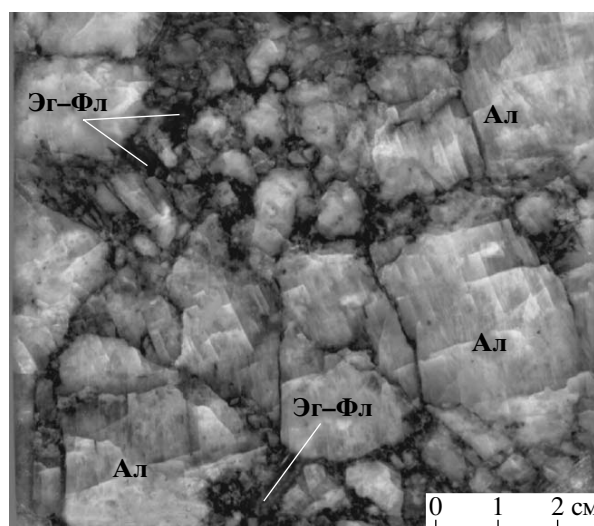


Рис. 1. Характер деформаций в зонах объемного катаклаза. Фото штуфа (Ал – альбит, Эг – эгирин, Фл – флогопит).

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

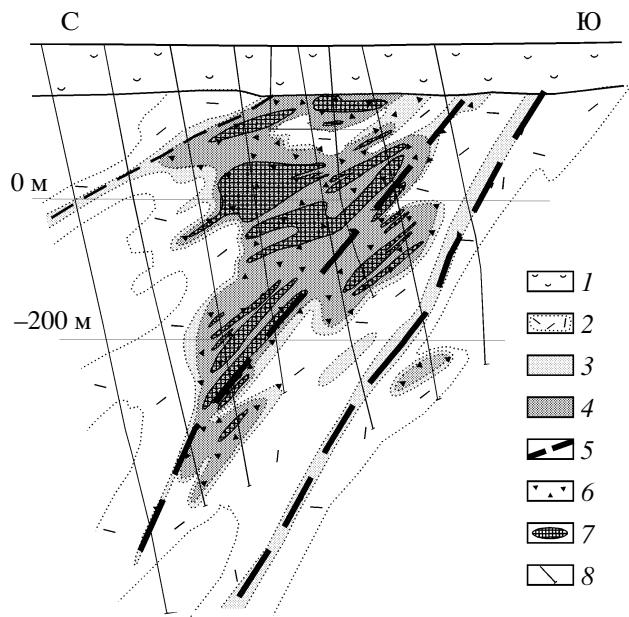


Рис. 2. Форма альбитовых и рудных тел в зонах объемного катаклаза. 1 – породы платформенного чехла; 2 – хлоритизированные породы; 3 – частично альбитизированные породы; 4 – альбититы; 5 – разрывные нарушения; 6 – объемные катаклазиты; 7 – урановорудные тела; 8 – разведочные скважины.

венного размещения, формы и характера деформаций в зонах рудоносных катаклазитов показал, что объяснить образование таких структур только за счет подвижек по рудоконтролирующим разломам достаточно сложно. Этому противоречит ряд факторов: несоответствие огромных масштабов проявления объемного катаклаза и малоамплитудных перемещений по рудоконтролирующим разломам, проявившихся в период натриевого метасоматоза и рудоотложения; сложные формы альбититовых и урановорудных тел, характеризующиеся крупными раздувами и резкими перегибами по падению и простиранию, часто несогласными по отношению к контролирующим линейным разрывам (рис. 2); отсутствие признаков существенного перемещения и вращения минералов в зонах катаклаза; совпадение контуров альбититов и границ отчетливого проявления объемного катаклаза и в то же время отсутствие четкой корреляции между контурами предальбититового и последующих предрудного и рудосопровождающего постальбититового катаклаза.

Перечисленные особенности объемных катаклазитов удовлетворительно объясняются с позиции флюидно-эксплозивных явлений, которые происходили в мантийных рудоносных флюидах, поступавших в зону рудоотложения. На участие мантийных флюидов в формировании тектонитов

зон разломов Кировоградско-Новоукраинского района впервые указано в работе [6]. В дальнейшем В.И. Казанский пришел к выводу, что катакластические структуры натриевых метасоматитов формировались в результате избыточного давления гидротермальных растворов [5].

Более детально вопрос о причинно-следственных связях объемных катаклазитов с глубинными ураноносными щелочными флюидно-тепловыми потоками был рассмотрен В.А. Крупениковым. Образование катаклазитов связывалось с особенностями физико-химического состава альбитизирующих рудоносных растворов. Наиболее вероятным механизмом образования катаклазитов был признан взрывной, обусловленный высоким давлением флюида и его газовой составляющей, а главной причиной рудоотложения – декомпрессия в результате гидрогазоразрыва пород, которая вызвала дегазацию растворов, нарушение их физико-химического равновесия и разрушение уранил-иона.

Анализ литературы, посвященной изучению условий образования флюидно-эксплозивных структур, позволил автору получить данные, подтверждающие и дополняющие высказанную точку зрения. Важным свидетельством в пользу взрывного механизма формирования катаклазитов явились данные изучения газово-жидких включений в минералах альбититов.

В альбититах выявлены относительно высокие содержания водорода и метана, достигающие соответственно 1000 и 120 см³/кг породы, фтора (до 60 · 10⁻⁶ г/г навески), а также СО – до 9 см³/кг [8]. Установлен резкий разброс в количественном содержании газов восстановительной группы (например для водорода, количество которого колеблется от 40 до 1000 см³/кг породы), что указывает на возможное участие в формировании щелочных флюидов глубинных источников. Эти данные, а также содержания углекислоты в рудоносных флюидах, достигавшие 300 см³/кг породы, свидетельствуют о высокой газонасыщенности щелочных флюидов и возможности их дегазации при снижении давления.

Признаками взрывных явлений могут также служить данные о резких колебаниях температур гомогенизации ГЖВ в минералах, отлагавшихся в одну и ту же стадию минералообразования (от 500 до 240–200°C), что типично для процессов, связанных с взрывными явлениями [2]. Температурная инверсия, наблюдаемая в минералах поздних стадий (например, в позднем альбите до 360–320°C), может быть связана с серией взрывных импульсов, вызывавших резкий сброс давления и температуры и последующее нарастание этих параметров до критических величин в результате подто-

ка и накопления флюидов. По данным А.И. Тугаринова и Г.Б. Наумова давление альбитизирующего раствора достигало 2.3–2.5 кбар, в то время как в поздних продуктах метасоматоза (кальцит, новообразованный кварц) оно составляло всего лишь 0.5–0.9 кбар [12].

Соотношения стабильных изотопов в ураноносных альбититах имеют неоднозначную трактовку. В то же время имеющиеся данные по изотопу $\delta^{13}\text{C}$ карбонатов (от -7.9 до -1.5), а также $\delta^{34}\text{S}$ (от -3.1 до -11.8) и ^{18}O ($+3.5$ – $+4.1$) не противоречат выводу об участии в рудообразующем процессе глубинных флюидов [13].

Взрывным механизмом образования катаклазитов можно объяснить и особенности формы альбититовых и рудных тел – типичных для месторождений, локализованных во флюидно-эксплозивных структурах.

В общем виде процесс образования катаклазитов представляется следующим образом: поток щелочных рудоносных флюидов, просачиваясь вверх по разломам, достигал уровней, на которых давление флюида превышало сумму литостатического давления и предел прочности пород. В результате происходил гидрогазоразрыв пород и образование объемных катаклазитов. О повторяемости гидрогазовзрывных импульсов в процессе альбитизации и рудоотложения свидетельствует неоднократное проявление катаклаза. В результате первых, наиболее мощных эксплозий сформировались доальбититовые катаклазиты и обширные ореолы натриевых метасоматитов с альбититовыми телами. Все последующие эксплозии проявлялись внутри контура альбититов. С ними связано образование постальбититовых катаклазитов, залеченных поздними минеральными, в том числе рудными ассоциациями. Мелкоамплитудные подвижки по рудоконтролирующим разломам также могли служить причиной нарушения физико-химического равновесия восходящих рудоносных флюидов и способствовать возникновению флюидно-эксплозивных явлений. Декомпрессия в результате гидрогазоразрыва пород, вызывавшая нарушение физико-химического равновесия и дегазацию флюидов, являлась, по-видимому, главной причиной рудоотложения. Проведенные Е.М. Шмариовичем термодинамические расчеты процесса дегазации рудоносных растворов показали, что удаление из них CO_2 , при снижении общего давления в системе до давления насыщенного пара, сначала сопровождалось некоторым ростом концентрации урана в растворе, а затем приводило к его практически полному осаждению [14]. Процесс дегазации, будучи изотермическим, сопровождался резким поглощением тепла, что в свою очередь приводило к дополнительному понижению

температуры альбитизирующих растворов и способствовало осаждению минералов.

Вероятная глубина формирования катаклазитов, исходя из сопоставления с условиями образования катаклазитов зеленосланцевой фации метаморфизма и результатов изучения газовой-жидких включений, оценивается в 5–10 км.

Признаки эксплозивной деятельности и связанные с ней брекчии и катаклазиты – явление нередкое для крупных разломов Украинского щита, Байкало-Алданского региона и Северного Казахстана [10, 11]. Обзор геологической литературы показал, что среди геологических структур эндогенных месторождений рудовмещающие объемные катаклазиты, связанные с высоким избыточным давлением и явлениями гидрогазоразрыва в рудоносных флюидах, отмечаются в карбонатитах Центрального Таймыра, на скарново-магнетитовых и медно-порфириновых месторождениях Кавказа и Западного Саяна [3, 4].

З а к л ю ч е н и е. Объемные катаклазиты на альбитит-урановых месторождениях Украинского щита пространственно и генетически связаны с процессом щелочного натриевого метасоматоза. Они сформировались в зонах долгоживущих среднепротерозойских разрывов в результате флюидно-эксплозивных явлений, происходивших в восходящих потоках глубинных щелочных ураноносных растворов.

Особенности деформаций и пространственного размещения рудоносных катаклазитов определяются многоактным характером флюидно-эксплозивных явлений, проявлявшихся в тектонических зонах в процессе щелочного метасоматоза и рудоотложения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гречишников Н.П., Гречишникова З.М.* В сб.: Структура линейных зон стресс-метаморфизма. Новосибирск: Наука, 1990. С. 98–107.
2. *Гостяева Н.М., Наумов Г.Б.* // Геохимия. 1991. № 5. С. 732–737.
3. *Гулин С.А.* В кн.: Проблемы метасоматизма. М.: Недра, 1970. С. 66–73.
4. Деформационная обстановка формирования месторождений скарново-магнетитовых руд / Под ред. А.Л. Кулаковского. М.: Недра, 1991. С. 174.
5. *Казанский В.И.* Геология руд. месторождений. 1997. Т. 39. № 6. С. 502–519.
6. *Казанский В.И., Летников Ф.А., Прохоров К.В.* // ДАН. 1978. Т. 243. № 3. С. 723–726.
7. *Каляев Г.И.* В кн.: Палеотектоника и строение земной коры докембрийской железорудной провинции Украины. Киев: Наук. думка, 1984. С. 133–136.

8. Крупенников В.А., Тарасов Н.Н., Макивчук О.Ф. и др. // Материалы по геологии урановых месторождений. 1988. В. 113. С. 44–54.
9. Кузнецова С.В., Гостяева Н.М. // Геохимия и рудообразование. 1982. № 10. С. 27–36.
10. Кузнецова С.В., Щербак Д.Н., Николаевский В.П. // Докл. АН УССР. 1988. № 6. С. 14–16.
11. Летников Ф.А., Казанский В.И. // Геология руд месторождений. 1991. Т. 33. № 2. С. 15–24.
12. Тугаринов А.И., Наумов В.Б. // Геохимия. 1969. № 2. С. 131–145.
13. Шмураева Л.Я. В сб.: Приразломные карбонатно-щелочные метасоматиты докембрия, их рудоносность и генезис. Владивосток: Дальнаука, 1995. С. 202.
14. Хитаров Д.Н., Кандинов М.Н., Агапова Г.Ф. // Отеч. геология. 1993. № 5. С. 88–94.