

## ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР

натриевой специализации. Общая тенденция вариаций составов пород Хайрханского массива –расслоенной серии и краевой фации определяется закономерным ростом  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  по мере увеличения концентрации  $\text{SiO}_2$ .

При получении и последующей интерпретации редкоземельных и мультиэлементных спектров нами был изучен редкоэлементный состав пород исследуемого массива. По спектрам распределения редкоземельных элементов отмечается в целом слабая степень дифференциации РЗЭ ( $\text{La} / \text{Sm}$  0,5...2,18;  $\text{La} / \text{Yb}$  0,69...5,18). По форме спектров распределения РЗЭ данные породы в первом приближении похожи на образования островодужных систем. На РЗЭ спектре отмечается отчетливая положительная Eu аномалия, которая более явно выражена в породах расслоенной серии ( $\text{Eu} / \text{Eu}^*$  2,22...3,78), чем в породах краевой фации ( $\text{Eu} / \text{Eu}^*$  1,23...1,86). Такое различие подтверждает повышенную роль фракционирования плагиоклаза в породах расслоенной серии. Следует отметить, что РЗЭ спектры пород расслоенной серии имеют слабый отрицательный наклон ( $(\text{La} / \text{Yb})_N$  от 2,19 до 5,18). Породы краевой фации образуют практически горизонтальные спектры ( $(\text{La} / \text{Yb})_N$  от 0,69 до 1,92) в области от 4 до 10 хондритовых единиц.

На мультиэлементных диаграммах, как и в случае с РЗЭ, кривые распределения характеризуются слабым отрицательным наклоном, а в области HREE становятся практически пологими. Распределения элементов в породах расслоенной серии и краевой фации близки. Отличие состоит лишь в большем уровне концентраций элементов в породах краевой фации. На спектрах распределения наблюдаются Zr - Hf и Ta - Nb минимумы и LILE максимумы (по Ba и Sr), которые указывают на островодужный источник родоначальных магм.

Изученные породы Хайрханского массива по своим петрохимическим параметрам относятся к продуктам натриевой толентовой петрохимической серии, при этом по концентрациям и распределениям редких и редкоземельных элементов довольно близки к продуктам магматизма островодужных систем. Геодинамическая обстановка формирования данного комплекса связана, по-видимому, с субдукционной обстановкой в условиях воздействия Северо-Азиатского плюма.

Более ранние геохронологические исследования Хайрханского габброидного массива показали, что он формировался в аккреционно-коллизийный этап развития Центрально-Азиатского складчатого пояса. Близость вещественных характеристик пород Хайрханского массива и островодужных габброидов объясняется плавлением одной и той же надсубдукционной мантии, но в различных геодинамических режимах [2].

### Литература

1. Изох А.Э., Поляков Г.В., Кривенко А.П., Богнибов В.И., Баярбилэг Л. Габброидные формации Западной Монголии. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1990. – 269 с.
2. Izokh A.E., Vishnevskiy A.V., Shelepaev R.A., Polyakov G.V., Gertner I.F., Vrublevskii V.V., Kurumshieva K.R. The Khairkhan dunite-troctolite-gabbro massif (Lake Zone of the Western Mongolia) – example of syncollision Middle Cambrian mafic intrusion // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019. – Vol. 319. – P. 1 – 16.

## ОПАЛ-КРИСТАБОЛИТ-ТРИДИМИТОВАЯ ФАЗА КАК ИНДИКАТОР ПУСТОТНОГО ПРОСТРАНСТВА ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ

**З.А.С. Лазнам, В.А. Ким**

Научный руководитель профессор М.В. Коровкин

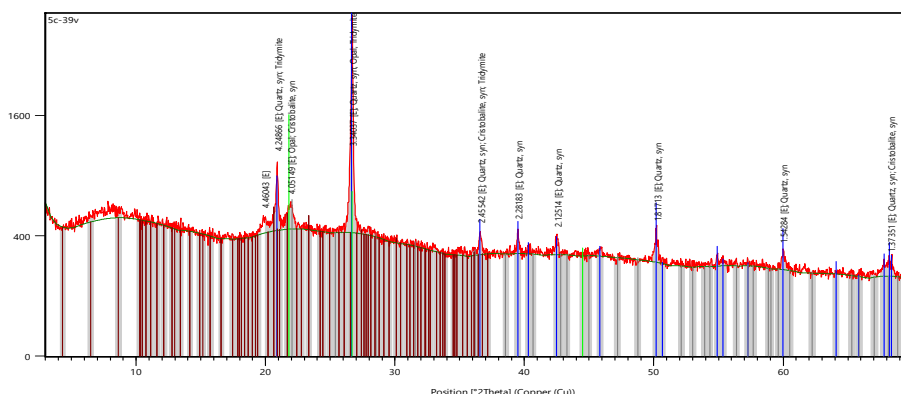
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Известно, что свойства пород-коллекторов нефти и газа в значительной степени зависят от их минерального состава. Так, глинистые минералы влияют на формирование структуры пустотного пространства и изменение фильтрационно-ёмкостных свойств пласта в процессе нефтедобычи. С появлением современных физических методов исследования стало возможным успешное определение глинистых минералов с помощью рентгеновской дифракции, сканирующей электронной микроскопии, инфракрасной спектроскопии [1]. Кремнисто-глинистые минералы определяют фильтрационно-ёмкостные свойства пород-коллекторов преимущественно газовых месторождений. В последние годы в научной литературе стало проявляться повышенное внимание к фазовым модификациям кремнезёма, аморфным и кристаллическим, в связи с особенностями их образования и влияния на структуру порового пространства пород-коллекторов нефти и газа [2 – 4].

Определено, что в процессе литификации кремниевого биогенного материала трансформация его структуры сопровождается изменением вещественного состава за счет последовательных реакций растворения–осаждения–перекристаллизации и полиморфных переходов кремнезёма – опал-А (аморфный кремнезём) в опал-С (низкотемпературный кристаллический кристобалит), и в опал-СТ (опал-кристобалит-тридимит, так называемую ОКТ-фазу - метастабильную форму кремнезёма, а по мере более глубоких преобразований – в кристобалит, тридимит, кварц. В работе [5] сделан вывод о том, что структура порового пространства зависит от степени перекристаллизации исходного кремнистого вещества: чем больше кварцевая (кристаллическая) составляющая в пласте, тем меньше доля мезопор и выше газонасыщенность. Пласт с пониженной газонасыщенностью характеризуется или повышенным содержанием ОКТ-фазы кремнезёма, или повышенной глинизацией. Таким образом, появление кристаллической фазы (кварца, тридимита, и кристобалита) из аморфной (опала) характеризует повышенную газонасыщенность; а степень их кристалличности может быть определена спектроскопическими и рентгеноструктурными методами [6, 7].

Обнаружение низкотемпературных модификаций кристобалита и тридимита стало возможным благодаря использованию метода рентгеновской дифракции для структурного анализа [8]. На рентгенограммах наблюдается широкий рефлекс рассеяния рентгеновских лучей в районе углов  $2\theta$  от 20 до  $26^\circ$  (так называемое «аморфное гало»),

а появление кристаллических фаз характеризуется появлением плоскостей отражения с определёнными межплоскостными расстояниями (рис.).



**Рисунок 1. Рентгенограмма валового минерального состава образца.**  
**Минеральный состав:** кварц [3.3410; 4.252; 1.812Å], опал [4.05-4.0710; 3.333Å], кристобалит [4.0210; 2.832; 2.45-2.472Å], тридимит [4.3010; 4.096; 3.806Å] или / и тридимит 2H beta [4.4910; 4.236; 3.976Å], глинистые минералы.  
**Цветом отмечено:** кварц – синий, опал – зеленый, кристобалит – серый, тридимит – темно-красный

#### Литература

1. Khang V.C., Korovkin M.V., Ananyeva L.G. Identification of clay minerals in reservoir rocks by FTIR spectroscopy. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2016. – 43 (1). – Pp. 012004.
2. Ушатинский И.Н. Состав и условия формирования кремнистых формаций ЗападноСибирской геосинеклизы // Опалиты Западной Сибири: сб. науч. тр. – Тюмень, 1987. – С. 39 – 48.
3. Смирнов П.В. Фазовые переходы кремнезема в опал\_кристобалитовых породах как фактор качества кремнистого сырья // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2017. – Т. 328. – № 9. – С. 6 – 15.
4. Дорошенко А.А., Карымова Я.О. Характеристика пустотного пространства опок сенонских отложений севера Западной Сибири // Экспозиция нефть газ. – 2016. – № 6 (69). – С. 23 – 27.
5. Хабибуллин Д.Я., Рыбьяков А.Н., Ситдииков Н.Р., Варягов С.А., Нерсесов С.В., Крекнин С.Г., Огибенин В.В., Дорошенко А.А., Карымова Я.О., Родивилов Д.Б. Литолого-минералогические и промыслово-геологические критерии выделения продуктивных зон в сенонских отложениях // Геология и разработка месторождений. – 2018. – № 8. – С. 34 – 41
6. Razva O.S., Anufrienkova A.M., Korovkin M.V., Ananjeva L.G., Abramova R.N. Calculation of quartzite crystallinity index by infrared absorption spectrum // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2014 – Vol. 21. Issue 1. – Номер статьи 012006.
7. Korovkin M., Ananieva L., Nebera T., Antsiferova A. Assessment of quartz materials crystallinity by x-ray diffraction // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2016.- Vol. 110, Issue 1, 23 February 2016, Номер статьи 012095
8. Ильичева О.М., Наумкина Н.И., Лыгина Т.З. Фазовое и структурное разнообразие осадочных кремнистых пород как основа оценки их качества. // Разведка и охрана недр. – 2012. – № 5. – С. 50 – 53.

### ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА БАЗАЛЬТОВ КАРЫМОВСКОЙ СВИТЫ РАННЕГО ДЕВОНА

**Б.М. Лобастов**

Научный руководитель доцент О.Ю. Перфилова  
**Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия**

В окрестностях города Красноярска расположена гора Чёрная сопка, одна из высочайших вершин в окрестностях, хорошо заметная практически из любой точки города. Это нект раннедевонского палеовулкана, находящийся примерно в 8 км юго-восточнее Красноярска на Торгашинском хребте [1; 2; 3]. Массив горы Чёрная Сопка – петротип одноименного интрузивного комплекса, который включен в серийные легенды государственных геологических карт масштаба 1:200 000 и 1:1 000 000. Хотя этот палеовулкан изучается уже на протяжении почти целого века, остаётся ещё целый ряд нерешенных и дискуссионных вопросов, касающихся Черносопкинской вулcano-плутонической ассоциации. Большинство из них связано с эффузивными породами этого палеовулкана, так как они изучены несравненно меньше, нежели породы самого массива. Массив горы Чёрная Сопка, сложен породами двух фаз. Первая фаза слагает основной объём массива и представлена преимущественно щелочными габброидами (тешенитами, трахидолеритами), а вторая фаза – щелочными сиенит-порфирами, слагающими кольцевую дайку вокруг массива горы [2; 3].