

Форум «Нефть. Газ. Геология. Экология»

Администрация Томской области
Министерство природных ресурсов и экологии РФ
Федеральное агентство по образованию РФ
Территориальное управление по недропользованию Томской области
ОАО Томский Международный Деловой Центр «Технопарк»
Институт химии нефти СО РАН
ГОУ ВПО Томский государственный университет
ГОУ ВПО Национальный исследовательский
Томский политехнический университет
Институт геологии и нефтегазового дела
Ядерный университет НАК «Казатомпром»

**VI Сибирский форум недропользователей и предприятий
ТЭК «Нефть, газ, геология, экология» - 2010**

**Нефть. Газ. Геология. Экология: современное состояние,
проблемы, новейшие разработки,
перспективные исследования**

Материалы круглых столов

Издательство ТПУ
Томск – 2010

**К ОЦЕНКЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ РУДОНОСНОСТИ
ГРАНИТОИДОВ КОЛЫВАНЬ-ТОМСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ЗОНЫ**

Т.С. Небера, С.И. Коноваленко, Н.Н. Борозновская

Томский государственный университет,

г. Томск, Россия,

E-mail: tsnebera@mail.ru

Оценка потенциальной рудоносности магматических комплексов является ключевой в металлогенических исследованиях, посвященных эндогенной минерализации любых регионов. Она решается с помощью самых разных подходов, начиная с анализа геодинамической обстановки формирования интрузивных пород и заканчивая всесторонним исследованием уже выявленной в районе рудной минерализации. Нами предпринята попытка такой оценки на базе комплексного изучения петро- и геохимии пород и типоморфизма породообразующих минералов – полевых шпатов, кварца, слюд, амфиболов. С этой целью были исследованы люминесцентные характеристики указанных минералов, их структурные особенности и типохимизм, которые и легли в основу расшифровки условий образования магматических пород, определяющих в конечном итоге их потенциальную рудоносность. Объектом исследования выступали гранитоиды Колывань-Томской складчатой зоны (КТСЗ), объединяемые по данным (Обновленные ..., 2007) в единый борок-бибеевский комплекс пермо-триасового возраста (220-240 млн. лет).

В данной работе нами рассмотрены в первую очередь наиболее поздние дифференциаты гранитоидов – лейкограниты.

Лейкогранитовый магматизм пермо-триасового возраста Колывань-Томской складчатой зоны представлен Колыванским и Барлакским массивами, а также лейкогранитами Новосибирского массива (Мочищенский шток). Как известно, существует две противоположные точки зрения на генезис гранитоидного магматизма КТСЗ. Одними исследователями предлагается рассматривать его как результат естественной магматической дифференциации исходной базальтовой магмы (Хомичев, 2003). По другим представлениям (Геодинамика... , 1999) Барлакский, Колыванский массивы и, предположительно, северная часть Новосибирского (Мочищенский шток) выделены в самостоятельный комплекс – барлакский лейкогранитовый (T_{2-3}), для которого характерен редкометальный тип оруденения (Sn-W-Be с серебром). Поэтому при исследовании как типоморфных особенностей породообразующих минералов, так и петрохимических характеристик гранитоидных пород лейкограниты Новосибирского массива (Мочищенский шток) нами рассматривались и выносились на классификационные диаграммы отдельно от лейкогранитов Барлакского и Колыванского массивов.

Проведенные исследования типоморфных особенностей породообразующих минералов позволили разделить лейкограниты КТСЗ, с которыми связано редкометальное оруденения по целому ряду признаков.

Полевые шпаты. Особенностью люминесцентной спектроскопии калиевых полевых шпатов является наличие полосы излучения с максимумом 285° нм (активаторы Pb^{2+} либо Tl^+), которая интенсивно проявляется только в спектрах КПШ из лейкогранитов Колыванского и Барлакского массивов (рис. 1) и, практически, не характерна для КПШ из лейкогранитов Новосибирского массива (Мочищенский шток). Эта особенность подтверждает отличие лейкогранитов Колыванского и Барлакского массивов от лейкогранитов Новосибирского массива (Мочищенский шток). Как известно, данная полоса фиксируется в КПШ пород, в которых присутствует редкометальная минерализация (Кузнецов, Таращан, 1988; Борозновская, 1989).

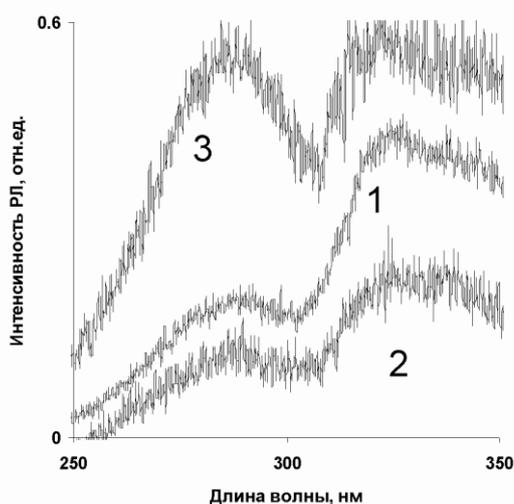


Рис. 1 – Спектр РЛ (УФ диапазон) КПШ из гранитоидов Новосибирского Приобья.

Примечание. Массивы: 1 – Обской (Новобибеевский карьер, биотитовый гранит); 2 – Новосибирский (Мочищенский шток, лейкогранит); 3 – Колыванский (лейкогранит).

По данным рентгенофазового анализа наблюдается отклонение от моноклинной симметрии в калиевых полевых шпатах из лейкогранитов Колыванского и Барлакского массивов ($\Delta\alpha$ изменяется от 0 до 0.45). Отчетливое триклинное состояние характерно только для КПШ шпировых пегматитов Колыванского массива.

Характерной чертой химизма полевых шпатов изученных гранитоидов являются повышенные содержания Ва в КПШ и Sr в плагиоклазах. Ва и Sr – наиболее типичные примеси в КПШ (рис. 2) для гранитоидов Новосибирского

приобья, что характеризует общую геохимическую специализацию минералообразующего расплава. Содержание Ва и Sr уменьшается в процессе кристаллизации расплава от ранних фаз к поздним, заключительным. Наибольшие концентрации Ва наблюдались в КПШ из пород Обского и Новосибирского массивов, что является их отличительной особенностью. На порядок уменьшается содержание Ва к заключительным фазам Обского и Новосибирского массивов.

Поведение Rb в целом соответствует обычному тренду развития гранитной системы.

Слюды. В гранитоидах Новосибирского Приобья, как и в целом в гранитных системах, магнезиально-железистые слюды одни из основных породообразующих минералов. Состав слюд определяется эволюцией физико-химических условий образования породы. Изучение состава данных минералов дает возможность судить о физико-химических процессах минералообразования и отражает особенности химизма пород и P-T условия их кристаллизации (Путинцев, 1993).

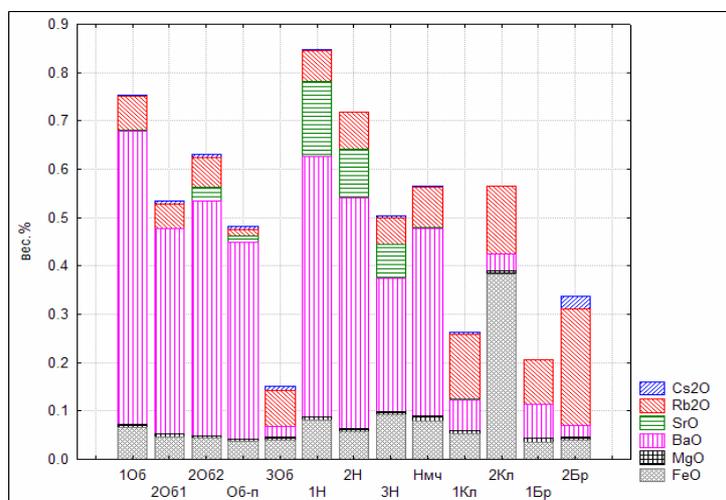


Рис. 2 – Распределение элементов-примесей в КПШ гранитоидов Новосибирского Приобья.

Примечание. Массивы. Обской: 1Об – первая фаза, гранодиориты; 2Об1 – главная фаза внедрения, порфировидные граносиениты, 2Об2 – с/з биотит-амфиболовые граниты, Об-п – пегматитовые выделения; 3Об – аплитовидные граниты, м/з граниты, дайковая фаза. Новосибирский: основная фаза внедрения: 1Н – порфировидные граносиениты, 2Н – амфибол-биотитовые граниты; 3Н – м/з граниты заключительной фазы внедрения; Нмч – лейкограниты Мочищенского штока. Кольванский: 1Кл – лейкограниты основной фазы, 2Кл – аплитовидные граниты, пегматиты. Барлакский: 1Бр – биотитовые лейкограниты основной фазы, 2Бр – аплитовидные граниты.

Изменение состава слюд из гранитоидов Новосибирского Приобья связано с разнообразием парагенезисов этих пород и различиями в условиях образования. Как известно, вариации глиноземистости слюд зависят от того, с какими минералами ассоциирует слюда в породе. Биотиты из массивов Обской и Новосибирский, ассоциирующие с роговой обманкой и магнетитом, относительно бедны Al, богаты магнием и мало различаются между собой, несмотря на то, что состав пород изменяется от кварцевых диоритов до граносиенитов и гранитов. Такая слабая изменчивость состава биотитов характерна для комплексов, в которых минеральный парагенезис в процессе дифференциации сохраняется (Путинцев, 1993).

В данном случае вариации химического состава пород по величине общей щелочности практически одинаковы и именно это определяет устойчивость минеральной ассоциации и состава слюд. Ассоциация низкожелезистого биотита с магнетитом свидетельствует о высокой фугитивности кислорода. Железистость слюд колеблется также слабо, сохраняясь в пределах 40 – 60 %, и лишь иногда достигает больших значений (лейкограниты Мочищенского штока). Однако в последнем случае меняется и парагенезис: уменьшается содержание роговой обманки, хотя магнетит в составе аксессуаров еще сохраняется, т.е. практически не меняется глиноземистость, но увеличивается железистость. Иными словами, информацию о химических особенностях расплава сохраняет не валовой состав пород, а ее минеральные ассоциации.

По комплексу типоморфных особенностей слюд лейкограниты Новосибирского массива (Мочищенский шток) занимают промежуточное положение между гранитами Обского и Новосибирского массивов с одной стороны и лейкогранитами Колыванского и Барлакского массивов с другой (рис. 3). Для лейкогранитов Новосибирского массива характерны более высокотемпературные условия образования (по данным структур распада в КППШ). Более высокие температуры образования лейкогранитов Новосибирского массива подтверждаются и с помощью биотит-роговообманкового геотермометра. Железистость изменяется в пределах 70-85, но глиноземистость при этом сохраняется в пределах 17–18 %.

В качестве главного геохимического критерия различия лейкогранитов выступает и характер распределения РЗЭ.

Обобщая геохимию редкоземельных элементов (рис. 4) можно отметить следующие особенности. Общий уровень содержаний РЗЭ варьирует от 150 до 400 г/т. Для гранитоидов Новосибирского и Обского массивов (гранодиорит-граносиенитовая ассоциация) характерно резкое преобладание легких лантаноидов над тяжелыми (La/Yb в пределах 30-40). Исключение составляют лейкограниты Новосибирского массива (Мочищенский шток), для которых характерно увеличение содержаний тяжелых лантаноидов (La/Yb изменяется от 9.5 до 4.5).

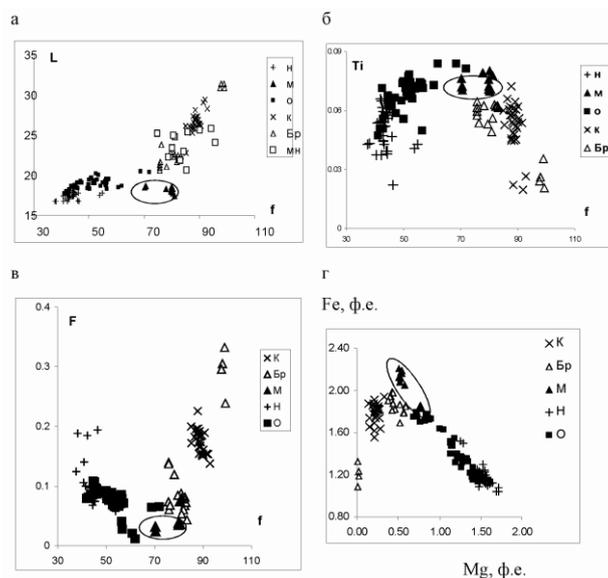


Рис. 3. Положение лейкогранитов Новосибирского массива в эволюционном ряду развития гранитоидного магматизма КТСЗ.

Примечание. М – лейкограниты Мочищенского штока (Новосибирский массив); О – Обской, К – Колыванский, Бр – Барлакский, Н – Новосибирский массивы. Мн – Монастырский комплекс (Дунгалинский массив);

- а) – соотношение железистости (f) и глиноземистости (L);
- б) – диаграмма зависимости железистости (f) от титанистости. Титанистость (Ti) в атомных количествах;
- в) – изменение содержания фтористости (F) и железистости (f) био-

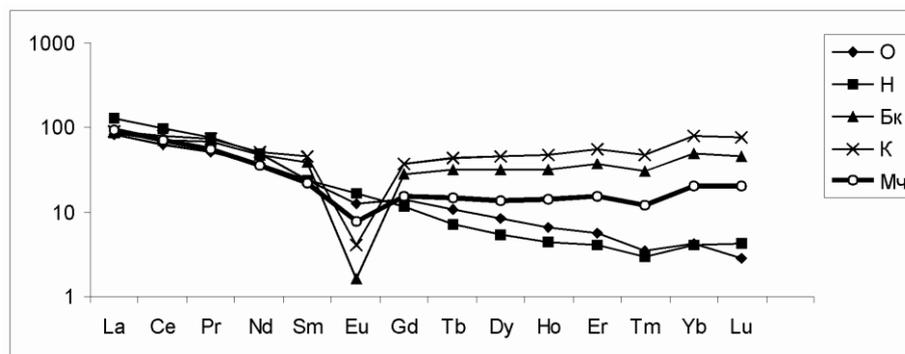


Рис. 4 – Спектры распределения редкоземельных элементов (усредненные данные) для гранитоидов (основные фазы) Новосибирского Приобья, нормировано к хондриту (Taylor, 1985).

Примечание. Массивы: О – Обской, Н – Новосибирский, Бк – Барлакский, К – Колыванский, Мч – Мочищенский шток.

Породы лейкогранитовой ассоциации Новосибирского Приобья отличаются по распределению РЗЭ от гранодиорит-граносиенитовой ассоциации (La/Yb – от 3 до 1,5). В нормированных по хондриту спектрах РЗЭ отмечено появление дефицита европия – Eu- минимума и закономерное увеличение его в последовательных дифференциатах гранитных интрузий.

Лейкограниты Мочищенского штока (Новосибирский массив) отличаются повышенными содержаниями тяжелых лантаноидов и выступают в качестве «реперного» горизонта (на рис. 4 данный горизонт выделен жирной линией) между породами Обского, Новосибирского массивов с одной стороны и лейкогранитами Колыванского, Барлакского с другой.

В геологической литературе и практике используются различные петрохимические и геохимические индикаторы редкометальной специализации гранитов. Геохимические индикаторы K/Rb, Ba/Rb, Zr/Hf показывают закономерное уменьшение данных отношений в ряду гранитоиды Обского и основные фазы Новосибирского, лейкограниты Новосибирского (Мочищенский шток), гранитоиды Барлакского и Колыванского массивов (таблица 1, рис 5). Установлено, что Zr/Hf отношения и концентрация фтора во флюиде может служить индикатором наличия оруденения. Для гранитоидов Колывань-Томской складчатой зоны данная величина изменяется от 40-30 до 16-20. Наряду с уменьшением Zr/Hf отношения в лейкогранитах Барлакского и Колыванского массивов происходит последовательное накопление промышленно важных редких металлов W, Mo, Be, Sn, Ta, Nb .

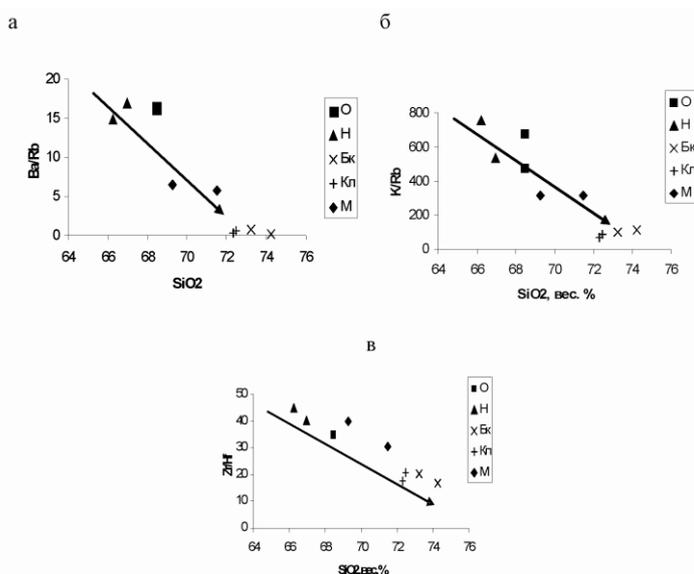


Рис. 5. Тренды дифференциации гранитоидов Новосибирского Приобья на диаграмме а) Zr/Hf – SiO₂; б) K/Rb – SiO₂; в) Ba/Rb – SiO₂. Условные обозначения см. рис. 4.

Таблица 1

**Геохимические индикаторы редкометалльной специализации
гранитоидов Новосибирского Приобья**

	Н6-1	Н6-9	Бр-3	Бр-10	Мч-2	Мч-7	Бк-1	Бк-2	К-1	К-2
Zr/Hf	35,21	34,22	40,22	44,76	30,29	39,77	20,19	16,65	17,73	20,71
K/Rb	474,3	671,4	536,4	757,5	314	316,8	102,8	115,1	69,1	87,2
Ba/Rb	16,52	16,20	16,85	14,88	5,75	6,51	0,73	0,09	0,25	0,66
$\Sigma P3Э$	158,1 7	157,4 5	230,0 4	194	166,2 7	235,8 8	319,7 9	280,4 3	444,7 6	352,3 9
La/Yb	28,85	29	49,61	42,84	4,53	9,65	3,17	2,18	1,28	2,35
Ce/Yb	59,3	56,9	96,6	83,4	8,9	19,3	7,2	4,4	3	5,4
Zr+Nb+ Ce+Y	211,5	146,7	290,2	322,8	199,2	359,4	301,8	287,9	367,5	343,3

Примечание. Массивы: Обской, граниты (Н6-1, Н6-9); Новосибирский, гранодиориты (Бр-3, Бр-10), лейкограниты (Мч-2, Мч-7); Колыванский, лейкограниты (К-1, К-2); Барлакский, лейкогранит (Бк-1), аплитовидный гранит (Бк-2).

Для характеристики эволюции гранитоидного магматизма использована еще одна диаграмма в координатах Rb–Sr (Сырицо, 2002). Она базируется на противоположных тенденциях поведения Rb (накапливается) и Sr (уменьшается) в процессе кристаллизации гранитоидного расплава. В координатах содержаний Rb и Sr последовательность этапов развития магматизма рассматриваемого района прослеживается достаточно закономерно (рис. 6).

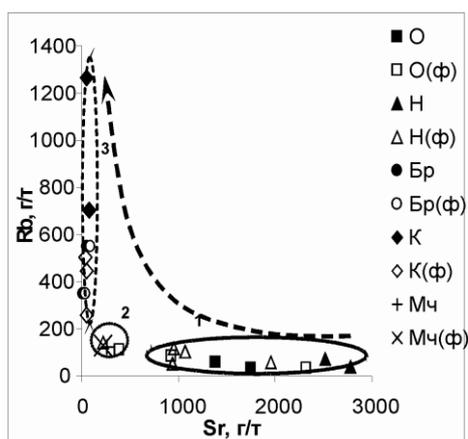


Рис. 6. Тренд изменения содержания Rb и Sr в гранитоидах Колывань-Томской складчатой зоны.

Примечание. Поля: 1 – гранитоиды Обского и Новосибирского массивов; 2 – лейкограниты Мочищенского штока; 3 – лейкограниты Колыванского и Барлакского массивов. Массивы: О – Обской (граносиениты); Н – Новосибирский (биотитовые граниты); Мч – лейкограниты Новосибирского (Мочищенский шток); К – Колыванский (лейкограниты); Бр – Барлакский (лейкограниты). Буква «ф» у значка – автор проб Федосеев Г.С. (Геодинамика... , 1999)

Фигуративные точки состава пород Новосибирского и Обского массивов образуют обособленное поле (рисунок 6, поле 1), характеризующееся наиболее высокими содержаниями Sr при незначительных Rb. Лейкограниты Колыванского и Барлакского массивов заметно дифференцированы по содержанию Rb при практически постоянно низком уровне концентраций Sr (поле 3). Лейкограниты Новосибирского массива (Мочищенский шток) занимают промежуточное положение (поле 2).

Таким образом, анализ петрохимического и редкоэлементного состава гранитоидов КТСЗ и типоморфных особенностей породообразующих минералов свидетельствуют, что на фоне сохраняющейся редкометальной специализации лейкогранитов их потенциальная продуктивность в отношении последней неодинакова и отчетливо возрастает в ряду, гранитоиды Обского массива и основные фазы Новосибирского → лейкограниты Новосибирского (Мочищенский шток) → гранитоиды Барлакского и Колыванского массивов. Указанный ряд одновременно отражает рост относительной глубины становления перечисленных массивов, что с неизбежностью должно приводить и к смене свойственного им генетического типа редкометального оруденения от существенно гидротермального до доминирующего грейзенового и отчасти пегматитового.

Литература:

1. Обновленные схемы межрегиональной и региональной корреляции магматических и метаморфических комплексов Алтае Саянской складчатой области и Енисейского кряжа. / Отв. ред . В.Л. Хомичев. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2007. – 280 с
2. Хомичев В.Л. Эталон борок-бибеевского габбро-гранитоидного комплекса (Колывань-Томская зона) / В.Л. Хомичев, Ю.Н. Никонов, Р.М. Антонович. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2003. – 244 с.
3. Геодинамика, магматизм и металлогения Колывань-Томской складчатой зоны / Сотников В.И. [и др.] – Новосибирск, Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1999. – 227 с.
4. Кузнецов Г.В., Таращан А.Н.. – Киев: Наукова Думка, 1988. – 178 с
5. Борозновская Н.Н. Особенности рентгенолюминесценции полевых шпатов как показатели их генезиса // Зап. Всесоюз. минерал. о-ва.. – 1989. – № 1. – С. 110-119.
6. Путинцев А.В. Состав биотитов из гранитов и петрогенетическая типизация орогенных гранитоидных серий / А.В. Путинцев, С.И. Григорьев // Зап. Всеросс. минерал. о-ва. – 1993. – №4.– С.18-33.
7. Taylor S.R. The continental crust: its composition and evolution / S.R. Taylor, S.M. McLennan. – Blackwell: Oxford, 1985. – 312 p.