

примеси других минералов, характерных для подобных объектов. Содержание тяжелой фракции колеблется в широких пределах и может составлять от долей до десятков процентов, в отдельных случаях превышая 90 %.

Еще в ходе разведочных работ на основе условий залегания и геоморфологической выраженности тел, с учетом минерального и гранулометрического состава пески месторождения были разделены на три генетических типа: морские, эоловые и эолово-морские. Технически осуществимое на основании первичной документации расчленение морских песков при этом не производилось с учетом убогих содержаний полезных компонентов в них, что привело к упрощению блочной модели месторождения. В данной работе приводится более подробное расчленение, отвечающее целям генетического анализа. Кроме песков в строении россыпи принимают участие также горизонты и линзы битуминозных глин.

Морские пески в целом характеризуются наибольшим разнообразием минерального и гранулометрического состава. Отличительной чертой, присущей только им, является присутствие обломков и целых раковин беспозвоночных.

Морские пески образованы в условиях сублиторали (m1). Данные, преимущественно мелкозернистые пески, распространены на самых глубоких горизонтах месторождения и характеризуются большим содержанием слюдястых минералов, придающих им зеленовато-серый цвет, а также обилием частиц алевритового класса (-50 мкм) при общем смещении гранулометрических спектров в сторону мелких классов. Выход тяжелой фракции обычно не превышает 1 процента.

Отложения подводных валов (m2) слагают отдельные линзы в слоях морских отложений. Представлены песками крупнозернистыми со значительной примесью гравия и гальки кварцевого состава. Вследствие того, что размер ячейки самого крупного сита составлял 1 мм, гранулометрический спектр для данных отложений получился ассиметричным, с максимумом распределения в классе - 1 + 0,5 или + 1 мм. Данные отложения сформированы в условиях с наиболее активной гидродинамикой, возможно, в зоне действия сильных вдольбереговых течений, поэтому отнесение их именно к валам довольно условно.

Отложения литорали (m3) представлены желтоватыми светло-серыми мелко-, средне- и иногда крупнозернистыми песками. Пески m2 обнажаются в пределах пляжа, а также вскрываются скважинами на небольших глубинах, имея повсеместное распространение и вертикальный размах до 5 м, что примерно соответствует амплитуде приливно-отливных движений. Пески в целом характеризуются довольно широкими гранулометрическими спектрами, с медианными классами - 0,5 + 0,25 и - 0,25 + 0,125 мм. В их минеральном составе отмечается пониженное содержание слюдястых минералов по сравнению с сублиторальными песками, иногда отмечаются повышенные содержания рудных минералов с выходом тяжелой фракции до первых процентов. Эти особенности состава, очевидно, отражают образование песков в условиях с активной гидродинамикой при широких вариациях энергии среды.

Эоловые отложения (e) венчают разрез месторождения, слагая дюны, и характеризуются высокими содержаниями полезного компонента. Пески преимущественно мелкозернистые, при этом их гранулометрический спектр оказывается более узким, нежели у морских отложений. Характерной особенностью является практически полное отсутствие частиц алевритового класса крупности в легкой фракции, а так же – класса + 0,5 мм. Содержание тяжелой фракции составляет от первых единиц до 15...20 процентов.

Эолово-морские отложения (em) распространены в виде прерывистого слоя, залегающего на морских отложениях, и обнажаются в пределах дефляционных котловин и у подножий дюн. Они состоят из мелкозернистых песков, цвет которых варьирует от светло-серого до черного, в зависимости от содержания тяжелых минералов, достигающих порой значений, близких к 100 процентам. Так же как и эоловые, данные отложения характеризуются узкими гранулометрическими спектрами с почти полным отсутствием материала классов +0,5 и -0,05 мм, а также слюд в составе. Генезис данных отложений смешанный, что и отражено в названии. Так, с одной стороны, они сложены песками верхней части литорали и темпеститами, с другой, – данные отложения в некоторой степени переработаны эоловыми процессами. Как в зоне максимального заплеска волн, так и при эоловой дефляции создаются благоприятные условия для глубокой сортировки и обогащения песков, поэтому разделить эоловую и морскую компоненты в данном случае не представляется возможным.

К благоприятным условиям формирования редкометалльно-титановых россыпей в случае описываемого месторождения следует отнести гумидный климат, способствующий разрушению неустойчивых минералов и полному высвобождению тяжелых минералов в корах выветривания, длительный речной транспорт отложений и возможное наличие промежуточных коллекторов, что определяет высокую степень дифференциации и выделение продуктивной минеральной ассоциации, а также устойчивое волновое и эоловое воздействие, благоприятное для образования высоких концентраций тяжелых минералов в береговой зоне.

## МЕТАЛЛОГЕНИЯ УЛЬТРАКИСЛЫХ ГРАНИТОИДОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

**Е.А. Шевченко**

Научный руководитель профессор А.К. Мазуров

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

Центральный Казахстан представляет собой богатейшую металлогеническую провинцию, включающую в себя месторождения железо-марганцевых, свинцово-цинковых, медных, золотых и вольфрам-молибденовых руд.

Вольфрам-молибденовые месторождения в основном приурочены к Жаман-Сарысуйской структурно-формационной зоне, расположенной в центральной части Жунгаро-Балхашской складчатой системы.

### СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ.

Сложена зона преимущественно терригенными и кремнисто-вулканогенными образованиями силура и обломочными породами нижнего и среднего девона. Большое значение в строении зоны имеют интрузивные образования, большинство которых не выходит на современную поверхность. Среди таких интрузивов выделяются силурийские габброиды, девонские каменноугольные и пермские гранитоиды [2].

По проведенным геофизическим исследованиям установлено, что в целом структурно-формационная зона имеет блоковое строение. В геодинамическом плане в ее строении выделяется фронтальная зона девонского вулканоплутонического пояса, центральная и тыловая зоны карбон-пермского вулканоплутонического пояса, также выделяется континентальная рифтовая зона. Ко всем зонам приурочены массивы ультракислых гранитоидов. Так, в тыловой зоне карбон-пермского вулканоплутонического пояса расположены следующие массивы: Коктенколь, Нураталды, Ортау, Берикти, Жамантас, Акчатау; в центральной зоне – Жанет. В центральной зоне девонского вулканоплутонического пояса расположен массив Караоба, во фронтальной – Калдырма; в зоне континентальных рифтов расположены массивы Шалтас, Кызылтау, Котыркызылтау [2].

С перечисленными массивами связано вольфрам-молибденовое оруденение, уточнение металлогенических признаков которого является основной целью данной работы. Для достижения данной цели нами был детально изучен химический состав данных гранитных массивов, с помощью которого была также установлена геохимическая типизация ультракислых гранитоидов Центрального Казахстана.

Одним из массивов, расположенных в тыловой зоне карбон-пермского вулканоплутонического пояса является **Коктенкольский гранитный массив**. Массив представляет собой почти не вскрытое эрозией тело овальной формы с размерами по вертикали 5...6 км, по латерали – около 10 км. Кровля массива осложнена гребневидным поднятием, ось которого, в общем, относительно полого (10...15) погружается к юго-востоку. Склоны гребня характеризуются относительно крутыми (25...30) углами падения. Гребень осложнен тремя купольными выступами: северным, центральным и Южным. Промышленное штокверковое молибденовое оруденение, с попутной вольфрамовой, висмутовой, бериллиевой и медной специализацией приурочено к купольным поднятиям [3].

Граниты Коктенкольского массива обогащены кремнеземом (74...76 масс. %), железом (до 2,5 масс. %), обеднены фосфором (0,029...0,58 масс. %), титаном (0,1...0,25 масс. %), магнием (0,12...0,36 масс. %) и кальцием (0,5...2 масс. %). Содержание калия преобладает над содержанием натрия ( $K_2O/Na_2O = 1,2...2,0$  масс. %), при сумме щелочей от 8 до 9,5 масс. %. Гранитоиды являются периглиноземистыми ( $A/CNK = 1,05...2$ ), имеют высокую железистость ( $X_{Fe} = 0,8...1$  масс. %).

**Жанетский гранитный массив**, расположенный в центральной зоне карбон-пермского вулканоплутонического пояса, имеет симметричную лакколитообразную форму размером 3...4 км, слегка вытянут в северо-западном направлении. Кровля массива осложнена гребнем и рядом выступов, один из которых находится на глубине 140 м. Промышленное штокверковое молибденовое оруденение с вольфрамитом, шеелитом, флюоритом, моноцитом и висмутином приурочено к купольному поднятию [3].

Граниты данного массива обогащены кремнеземом (74,5...77,8 масс. %), железом ( $FeO_{total}$  до 1,94 масс. %), обеднены титаном (0,1...0,15 масс. %), фосфором (0,027...0,032 масс. %), магнием (0,05...0,41 масс. %) и кальцием (0,72...1,3 масс. %). Содержание калия преобладает над содержанием натрия ( $K_2O/Na_2O = 1,34...2,3$  масс. %), при сумме щелочей 7,6...8,8 масс. %. Гранитоиды являются периглиноземистыми ( $A/CNK = 1,28...1,42$  масс. %), имеют высокую железистость ( $X_{Fe} = 0,8...0,96$  масс. %).

**Гранитный массив Караоба** относится к центральной зоне девонского вулканоплутонического пояса. Рудное поле приурочено к кольцевой вулканоплутонической структуре, в восточной части которой в виде субмеридионального полукольцевого гребня обнажается сам массив. В северной и центральной частях гребня находятся основные внутриинтрузивные кварц-вольфрамитовые жилы месторождения, а на южном погружении – вольфрам молибденовый штокверк. Над западным гребнем кальдеры находятся надинтрузивные редкометалло-флюоритовые штокверко-метасоматические залежи [1].

Граниты данного массива обогащены кремнеземом (75,2...75,98 масс. %), железом ( $FeO_{total}$  до 3 масс. %), обеднены титаном (0,07...0,15 масс. %), фосфором (0,0046...0,05 масс. %), магнием (0,05...0,17 масс. %) и кальцием (0,39...0,92 масс. %). Содержание калия преобладает над содержанием натрия ( $K_2O/Na_2O = 1,12...1,57$  масс. %), при сумме щелочей 7,6...8,6 масс. %. Гранитоиды являются периглиноземистыми ( $A/CNK = 1,35...1,49$  масс. %), имеют высокую железистость ( $X_{Fe} = 0,92...0,98$  масс. %).

Средний химический состав содержания петрогенных оксидов для всех массивов представлен в таблице.

Для типизации гранитоидов были использованы дискриминационные диаграммы П. Минниара, Ф. Пиколли, разделяющие гранитоиды различных геодинамических обстановок. По диаграмме ( $FeO / (FeO + MgO) - SiO_2$ ), приведенной на рисунке, видно, что гранитоиды относятся к разным геодинамическим режимам формирования, как и говорилось ранее, что подтверждает различие в химическом составе изучаемых массивов.

По ряду геологических признаков, минеральному составу и петрогеохимическим характеристикам гранитоиды Центрального Казахстана являются гранитами S-типа и могут рассматриваться как продукты плавления метаосадков. Эти плутоны состоят только из лейкократовых мелкозернистых биотит-мусковитовых гранитов, причем мусковит преобладает над биотитом. Они обогащены кремнеземом (> 74 масс. %) и щелочами с преобладанием калия ( $K_2O/Na_2O = 1,33...1,7$  масс. %, при сумме от 8 до 8,6 масс. %) литофильными элементами, являются периглиноземистыми ( $A/CNK$  изменяется от 1,32...1,45 масс. %).

Как уже отмечалось ранее, данные гранитные плутоны обладают редкометалло-редкоземельной специализацией. Наиболее высокая концентрация Pb и редкометалло-редкоземельных элементов характерна для лейкогранитов верхних апикальных зон слабо эродированных плутонов, таких как Коктенколь и Нураталды. Здесь отмечается наибольшая концентрация Mo, W, Bi, F, при пониженной, но вышекларковой концентрации Sn [1].

Средний химический состав петрогенных оксидов ультракислых гранитоидов Центрального Казахстана

Компоненты	Коктенколь (13 ан.)	Жанет (5 ан.)	Караоба (10 ан.)
SiO <sub>2</sub>	75,16	75,19	75,33
TiO <sub>2</sub>	0,15	0,14	0,12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,90	13,01	13,17
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,82	0,78	0,65
FeO	0,78	0,82	0,81
FeO(total)	1,53	1,52	1,39
MnO	0,07	0,07	0,09
MgO	0,19	0,18	0,12
CaO	0,77	0,71	0,62
Na <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,61	3,62	3,84
K <sub>2</sub> O	5,04	5,02	5,01
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,09	0,06	0,04
SO <sub>3</sub>	0,43	0,39	0,31
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,38	0,33	0,33
Сумма	101,90	101,82	101,83
X <sub>Fe</sub>	0,90	0,91	0,92
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	1,43	1,85	1,47
K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O	8,65	8,64	8,85
A/CNK	1,37	1,40	1,40

Лейкограниты слабо эродированных плутонов являются рудоносными, и прежде всего это связано с тем, что они являются гранитами S-типа и образовались по метаосадкам, т.к. осадочные породы несут в себе кларки редкометалльно-редкоземельных элементов ( $W = 1,5...2 \cdot 10^{-4}$  масс. %;  $Mo = 2,8...3 \cdot 10^{-4}$  масс. %) [4].

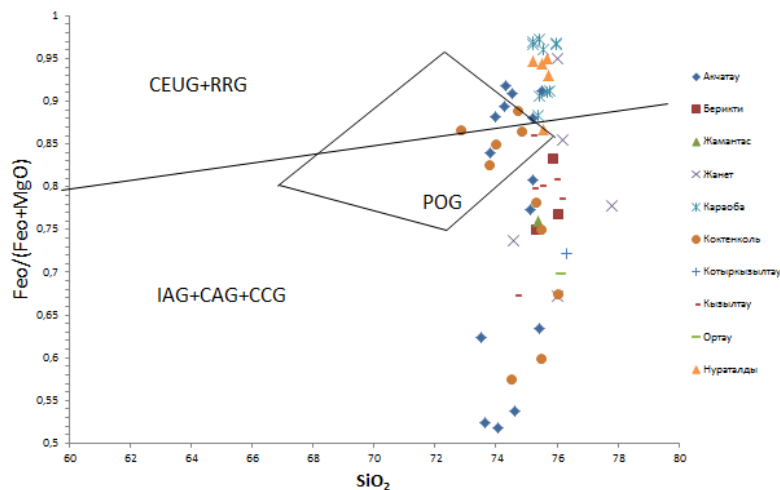


Рис. Дискриминационная диаграмма П. Минниара, Ф. Пиколли

При внедрении кислого магматического расплава в осадочные толщи произошел вынос и накопление данных элементов, в связи с чем, и произошло обогащение гранитных плутонов данными элементами при кристаллизации.

Литература

1. Кунаев Д.С. Металлогеническая и геохимическая зональность территории Казахстана / Д.С. Кунаев. – Алма-Ата: Изд-во института геологических наук, 1976. – 256 с.
2. Мазуров А.К. Металлогеническое районирование Казахстана // Изв. Томского политехнического университета, 2005. – Т. 308. – № 4. –С. 33–393.
3. Мазуров А.К. Условия формирования крупных вольфрам-молибденовых месторождений Центрального Казахстана / В кн. Рудные провинции Центральной Азии. – Алматы: Казахстанское геологическое общество «КазГео», 2008. – С. 69–79.
4. Склярков Е.В. Интерпретация геохимических данных / Учебное пособие. – М.: Интермет Инжиниринг, 2001.– 288 с.