

**Таблица. Химический состав (вес.%) керсутитов Девладовской дайки**

Окислы	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Сумма
1	44,86	4,47	11,14	7,42	0,11	12,27	11,03	3,46	0,84	0,8	96,4
2	38,83	4,28	12,58	9,76	0,18	16,99	10,52	4,49	0,85	0,9	99,38

ПРИМЕЧАНИЕ: 1. Керсутит из амфиболизированного перидотита, скв. 2454, гл. 155,8 м. 2. Керсутит из амфиболизированного перидотита, скв. 2454, гл. 156,1 м.

В перидотитах Девладовской дайки керсутит образовался в приконтактовой зоне, где, видимо, в результате взаимодействия внедрившейся ультраосновной магмы с кислыми вмещающими породами возникли специфические щелочные условия.

Подобные условия возникновения щелочной среды в контакте ультраосновных и кислых пород описаны в массивах Алданского щита, в работе Е.В.Полянского [1]. На примере Инаглинского автором доказано, что такие массивы образовались в результате одноактного внедрения высокотемпературного ультраосновного расплава во вмещающие архейские кислые породы. Все щелочные и более кислые разности пород образовались в результате плавления вмещающих пород и последующей эвтектической кристаллизации получившегося расплава. Эти выводы подтверждены экспериментальным моделированием процесса и термодинамическими расчетами.

В породах Девладовской дайки, в отличие от описанной Е.В.Полянским щелочной зональности при кристаллизации расплава на Алданском щите, не наблюдается. Причин может быть несколько – либо здесь щелочные породы до сих пор просто не обнаружены, либо эти процессы были столь незначительными, что щелочная оторочка очень мала, и проявлением ее явились только мелкие очажки щелочной среды, в которых мог образоваться керсутит.

#### Литература

1. Полянский Е.В. Моделирование процесса образования кольцевых ультраосновных-щелочных интрузивов (по данным термобарогеохимии), – Александров, ВНИИСИМС, Труды IX Международной конференции по термобарогеохимии, 1999, С. 39-50.
2. Щербаков И.Б. Петрология Украинского щита, – Львов, ЗУКЦ, 2005, – 366 с.

## РУДОНОСНОСТЬ ЗОН ЩЕЛОЧНОГО МЕТАСОМАТОЗА В ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТЫХ ПОРОДАХ КРИВБАССА

*Великанов Ю.Ф., Великанова О.Ю.*

*Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н.П. Семеновка НАНУ, г. Киев*

В осадочно-вулканогенных образованиях Кривбасса щелочной метасоматоз в тех или иных масштабах проявлен почти повсеместно, но наибольшей интенсивности он достигает в породах железисто-кремнистой формации, в северной части региона – на руднике им. Ленина, Первомайском, Анновском и Желтореченском месторождениях.

По минералого-геохимическим особенностям в породах железисто-кремнистой формации выделены два основных типа метасоматоза: магнизиально-железистый и щелочной. Подчиненное значение имеют более поздние – кварцевый, карбонатный и сульфидный.

Метасоматическое изменение железисто-кремнистых пород начинается обычно с самого раннего в регионе – магнизиально-железистого метасоматоза. На начальных стадиях процесса возникают куммингтонито-силикатно-магнетито-кварцевые породы. Наблюдается осветление железистых кварцитов вследствие развития в них куммингтонита и сопутствующих карбонатов, исчезновение вначале кварцевых, затем рудных прослоев и преобразование полосчатых текстур в массивные с реликтами полосчатых. Одновременно

происходит частичная перекристаллизация пород с увеличением размеров зерен кварца и магнетита. По мере дальнейшего развития хода процесса, на щелочной его стадии, куммингтонит замещается щелочными амфиболами, эгирином и карбонатами, появляется альбит в виде линзовидных выделений, эгирин образует порфиробласты, замещая все первичные минералы.

Наиболее широко в регионе распространен щелочной метасоматоз, приуроченный преимущественно к железисто-кремнистым породам и проявившийся в развитии щелочных пироксенов – главным образом эгирина, щелочных амфиболов – рибекита, родузита кроссита и альбита. На участках интенсивного ощелачивания щелочные минералы образуют скопления в виде невыдержанных прослоев, линзовидных выделений, гнезд или секущих прожилков. Наблюдаются некоторые особенности метасоматоза, так чаще всего альбититовые метасоматиты образуются по алюмосиликатным слюдястым сланцам, эгириновые – по магнетито-силикатным кварцитам, рибекитовые – по амфибол-магнетитовым и куммингтонитовым сланцам. В толщах пород щелочной метасоматоз проявлен крайне неравномерно – наряду с интенсивно измененными породами встречаются участки, почти не затронутые ощелачиванием, где породы сохранили свой первичный состав, структуру и текстуру.

Эгиринизация носит узлокальный характер и обычно приурочена к зонам тектонических нарушений и узлам пересечения их, к участкам дробления и развития сложноплочатой складчатости и снижается по мере удаления от этих зон. При этом зоны эгиринизации прослеживаются на сотни метров при мощности в десятки метров. При эгиринизации железистых кварцитов, эгирин вначале развивается по границе кварцевых и магнетитовых агрегатов, постепенно полностью замещая их. Выделения эгирина часто сопровождаются поздним крупнозернистым кварцем, карбонатами и иногда новообразованиями магнетита. Основная масса эгирина обычно представлена крупными призматическими или таблитчатыми индивидами. В шлифах на таких участках при интенсивной эгиринизации отмечаются реликты зерен магнетита и кварца среди эгириновой основной массы. Замещая кварц, магнетит и другие минералы в железисто-кремнистых породах эгирин в свою очередь замещается щелочными амфиболами, то есть процессы щелочного метасоматоза многократные. Кроме того, процесс эгиринизации растянут во времени и является неоднократным. Исследователи Кривбасса выделяют четыре [2], пять [5] разновидностей эгирина, которые обладают различным химическим составом, морфологическими и кристаллооптическими свойствами.

Рибекитизация, особенно в центральной части Саксаганской полосы, распространена шире и захватывает значительные площади. Рибекит развивается, главным образом, по куммингтониту, образуя с ним непрерывный ряд переходов. Рибекитизация развивается по сланцевым прослоям в железисто-силикатных кварцитах с частичным или полным замещением куммингтонита и других минералов. Совместно с рибекитом почти повсеместно наблюдаются кроссит и родузит. Среди рибекитизированных пород наиболее широко в регионе развиты амфибол-магнетитовые кварциты и магнетит-амфиболовые сланцы. Нередко рибекит замещает эгирин, что свидетельствует о многофазности процессов щелочного метасоматоза.

Альбитизация распространена широко, но в целом, в северном Криворожье проявлена в породах железисто-кремнистой формации слабо. Пространственно участки развития альбититов совпадают с участками развития эгиринизации и рибекитизации, но исходными для них служат обычно породы богатые глиноземом – слюдястые и амфибол-сланцы.

В северном Криворожье зоны щелочного метасоматоза наблюдаются в виде линзовидных или пластовых тел и прослеживаются на расстояние от 200-400 м до 1200-1300 м при мощности от 50 до 300 м.

В северной части Саксаганской полосы – от рудника им. Фрунзе до рудника им. Ленина широко развиты процессы щелочного натриевого метасоматоза, наиболее

интенсивно проявившегося в породах железистых горизонтов, сложенных гематито-магнетито-кварцевыми и амфибол-магнетит-кварцевыми роговиками с прослоями магнетит-биотит-амфиболовых сланцев.

На руднике им. Фрунзе контакт саксаганской и гданцевской свит интенсивно проработан щелочными растворами. В результате метасоматоза кварц-полевошпат-биотитовые сланцы преобразованы в альбититы. Метасоматоз сопровождался привнесением бария: содержание бария в породе достигает 1%. Кроме того, в альбититах установлен повышенный фон: V, Zr, Nb, Ge, P и других элементов. В железистых кварцитах содержания Au по скв. 15120 составляют 0,04 г/т на 20 метровом интервале.

В железисто-кремнистых образованиях Дальних Западных полос выделены и изучены 4 зоны щелочного метасоматоза. Петрографические исследования позволили выявить многофазность процессов метасоматоза в породах Дальних Западных полос, сложенных средне- и широкополосчатыми магнетит-силикатными кварцитами, магнетит-амфиболовыми, магнетит-биотит-амфиболовыми и карбонатными породами. На первом этапе магнетит-силикатные кварциты подверглись магниезально-железистому метасоматозу, проявившемуся в образовании послонных прожилков куммингтонита. На эти уже измененные породы наложился щелочной метасоматоз, выразившийся в эгиринизации и щелочной амфиболизации темноцветных минералов, кварца и магнетита ранней генерации. Здесь четко проявился избирательный характер метасоматоза – если образование щелочных амфиболов наблюдается как в гематито-магнетито-силикатных кварцитах и амфибол-магнетитовых разностях кварцитов так и в куммингтонитовых прослоях в сланцевых горизонтах, то эгиринизация приурочена преимущественно к краснополосчатым гематитосодержащим кварцитам и развивается в прослоях биотит-амфибол-магнетитовых сланцев. В метасоматически измененных железистых кварцитах участка методом пробирного анализа установлены содержания Au в количествах 0,012-0,039 г/т в 50% анализированных проб, в одной из скважин, в интервале 140,2-182,3 м; максимальное содержание Au здесь составляет 1,77 г/т, Ag – 67 г/т. Повышенные содержания Ag в количествах 20-50 г/т зафиксированы пробирным методом по одной из скважин, в интервале 384,0-403,1 м.

Зона щелочного метасоматоза мощностью 38 м выделена и изучена в силикатно-магнетитовых кварцитах пятого железистого горизонта, в Первомайском карьере. Породы пятого железистого горизонта сложены тонкополосчатыми серо- или краснополосчатыми силикатно-магнетитовыми кварцитами. В зависимости от состава рудных минералов выделяются гематитовые, мартитовые, гематит-мартитовые и гематит-магнетитовые разности кварцитов. Силикатная составляющая кварцитов представлена тонкими прослойками хлоритового, биотитового, куммингтонитового, эгиринового и рибекит-родузитового состава.

Породы шестого железистого горизонта в Первомайском карьере представлены краснополосчатыми силикатно-магнетитовыми кварцитами. Для железистых кварцитов характерны среднеполосчатые и преимущественно широкополосчатые текстуры, обусловленные чередованием рудных, безрудных и железисто-слюдисто-кварцевых прослоев, состоящих из куммингтонита, эгирина, рибекита, магнетита и родузита.

На Первомайском руднике щелочной метасоматоз наиболее широко развит в амфиболо-магнетитовых и амфиболо-гематито-магнетитовых кварцитах и сланцах второго железистого горизонта, несколько слабее он наблюдается в железистых кварцитах третьего железистого горизонта. Эгириниты и эгиринсодержащие со щелочными амфиболами породы образуют тела и жилы мощностью до 30-50 м, протяженностью в десятки иногда сотни метров.

Содержание золота в изученных зонах метасоматоза составляет 0,5-1,0 г/т, Ag – до 150 г/т, Pd – 0,35 г/т, Pt – 0,08 г/т. Часто эгириниты интенсивно сульфидизированы, среди сульфидов установлены пирит, пирротин, арсенопирит, реже отмечаются халькопирит и сфалерит.

В пределах Восточно-Анновской полосы щелочной метасоматоз наблюдается во всех железистых горизонтах, сложенных амфиболо-магнетитовыми, магнетит-биотит-амфиболовыми и магнетит-слюдистыми кварцитами с прослоями магнетито-амфиболовых сланцев. Содержание золота в зонах эгиринизации 0,1-0,5 г/т. Золоторудная минерализация сопровождается обычно сульфидами – пирит, пирротин, арсенопирит, халькопирит.

Максимальные содержания золота (до 12 г/т) приурочены к зонам щелочного метасоматоза на Ингулецком руднике.

Геохимические исследования зон щелочного метасоматоза по всему простиранию Криворожской структуры позволили выделить в них повышенные содержания Sr, Ba, Zr, Sc, P, V, Ge, Au, Ag, Pt и других элементов.

Содержание платиноидов до 1,5 г/т установлены в метасоматически измененных железистых кварцитах Первомайского рудного узла. Более низкие концентрации платины и палладия (десятые и сотые доли г/т) наблюдаются в метасоматически измененных железистых кварцитах по всему простиранию Саксаганской полосы.

На участках интенсивного щелочного метасоматоза в железных рудах и метасоматически измененных вмещающих породах на Первомайском руднике установлены аномальные концентрации германия (до 80 г/т).

Ванадием обогащены щелочные метасоматиты по железисто-кремнистым породам на Первомайском руднике и руднике им. Ленина.

Железо-уран-скандиевое месторождение, генетически связанное с зонами щелочного метасоматоза, известно в пределах Желтореченской структуры. Месторождение приурочено к участкам интенсивного щелочного метасоматоза. Протяженность зон рудоносных метасоматитов более чем 1000 м. при мощности в несколько десятков метров. Скандиевые руды разделены на 2 разновидности: уран-редкоземельные и ванадий-скандиевые [4].

Что касается возраста метасоматических процессов, то он связан с III фазой сдвигов и поперечных деформаций, создавших субширотные поперечные структуры, с которыми связывается поступление гранитных флюидов. Этой же фазой складчатости сформированы поперечные деформации в породах железисто-кремнистой формации саксаганской свиты, по которым проходил щелочной и железорудный метасоматоз с образованием богатых железных руд [3].

Абсолютный возраст уранинита, настурана, урановых руд и малакона, определенный уран-свинцовым методом, составляет 1770 млн. лет [4].

Имеющиеся данные определения содержаний благородных металлов в зонах щелочного метасоматоза, среди пород железисто-кремнистой формации, свидетельствуют, что в них наряду с золотом наблюдаются аномальные концентрации платины, палладия и других рудных элементов, которые могут быть извлечены при переработке железных руд.

Таким образом, источником добычи редких, рассеянных и благородных металлов при использовании современных технологий могут служить метасоматически измененные железные руды и вмещающие их породы.

### Литература

1. *Никольский А.П.* Метасоматиты железистых кварцитов восточной части УКЩ и вопросы генезиса богатых железных руд. – Сов. геология, 1956, № 50. С 28-53.
2. *Половинкина Ю.* Ир. Эгириин Криворожского железорудного бассейна. – Мин.сб. Львовск. геол. об-ва, 1951, № 5. С. 167-178.
3. *Семеновко Н.П., Тохтуев Г.В., Кравченко В.М. и др.* Структура криворожских месторождений богатых руд и закономерности их развития на больших глубинах – Киев: Наук. думка, 1981. – 188 с.
4. *Тарханов А.В., Кудлаев А.Р., Петрин А.В. и др.* Желтореченское ванадий-скандиевое месторождение. Геология рудных месторождений, 1991, № 6. С. 50-56.