

Таблица 5
Оценка рентабельности геологоразведочных работ на литий

Цена металла в недрах, млн. долл. США				
Прогнозные ресурсы, $Q_{\text{мет}}, \text{т}$	Цена за 1 т Li, долл. США	Цена всего Li, млн. долл. США	Доля затрат на ГРР, млн. долл. США	Прибыль, млн. долл. США (рентаб., %)
86400	5000	432	0,7 (302)	130 (43)

Примечание: Коэффициент затрат на геологоразведочные работы принят по [1, табл. 5]

на текущую потребность промышленности: полиметаллы, медь, легирующие и благородные металлы. Как показывает ретроспективный анализ геохимических данных, на повторно интерпретированных территориях имеются отчетливые признаки пропущенных редкометалльно-редкоземельных месторождений. Ключевым вопросом промышленной ценности потенциальных месторождений является минеральный источник аномальных потоков рассеяния редких элементов и, в частности, лития, т.к. сподумен в россыпях встречается редко. Вероятно, необходимо проведение специализированных опытно-методических работ, а также повторная интерпретация аналитической базы данных в первую очередь в зоне Транссиба, БАМа, газо-нефтяных магистралей.

Оценка рентабельности геологоразведочных работ на АГХП

Дополнительный стимул для планирования поисковых работ дает оценка рентабельности. Она выполнялась нами с использованием коэффициентов затрат на геологоразведочные работы при производстве поисковых работ на аномалиях РУ, РП. Для этого использованы данные табл. 1 и 4, где приведена усредненная доля (доли единицы) в наименьшей рентабельной цене первого товарного продукта, приходящаяся на прогнозные ресурсы и запасы различных категорий, капитальные вложения и производственные затраты. В табл. 5 приведен пример вычисления рентабельности производства поисковых работ в пределах Ундино-Поселковского РП, исходя из вычисленных прогнозных ресурсов Li в коренных породах. Оценка риска от неподтверждения прогноза не учитывалась.

Выводы

В статье схематично описывается технология геостатистического метода оценки прогнозных ресурсов по геохимическим данным с использованием ГИС-программ. Метод может быть успешно использован на стадии съемочных и поисковых работ для вычисления прогнозных ресурсов по геохимическим и поисковым данным, а также на стадии оценочных работ для вычисления запасов низких категорий по результатам количественного анализа проб. Достоинство метода заключается в том, что при его реализации не используются никакие эмпирические коэффициенты, показатели, аналогии и т.д. Опыт вычисления прогнозных ресурсов по ретроспективным данным показал хорошую сопоставимость с результатами поисков и разведки [6]. Достоверность прогноза, в конечном счете, определяется качеством геологического картирования, достоверностью аналитических данных, плотностью опробования.

Следует особо отметить, что для получения удовлетворительного прогноза необходимо использовать количественные методы анализа. В противном случае неизбежны пропуски месторождений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богатство недр России (минерально-сырьевой и стоимостной анализ). — СПб: ВСЕГЕИ, МПР РФ, Роснедра, 2008. — 484 с.
2. Григорьев Н.А. Среднее содержание химических элементов в горных породах, слагающих верхнюю часть континентальной коры // Геохимия. — 2003. — № 7. — С. 785–792.
3. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. — М.: ФГУ ГКЗ, 2007.
4. Силин И.И. Геолого-промышленная оценка минеральных ресурсов на стадии поисков // Руды и металлы. — 2012. — № 1. — С. 53–61.
5. Силин И.И. Количественная оценка прогнозных ресурсов по геохимическим данным // Разведка и охрана недр. — 2013. — № 6. — С. 15–25.
6. Силин И.И. Количественная оценка прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых по геохимическим данным. — М.: Нобель Пресс, 2014.

© Силин И.И., 2015

Силин Игорь Иванович // igorivsil@gmail.com

УДК 549.514.553.621

Анфилов В.Н., Кабанова Л.Я., Игуменцева М.А.,
Никандрова Н.К., Лебедев А.С. (ИМин УрО РАН)

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, ПЕТРОГРАФИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КВАРЦИТОВ БУРАЛ-САРЬДАГ (ВОСТОЧНЫЙ САЯН)

Рассмотрено геологическое строение месторождения кварцитов Бурал-Сарьдаг. Показано, что кварциты сформированы в результате гидротермальной переработки углистых кварцитов иркутской свиты, в процессе которой произошла перекристаллизация кварца, очистка исходного кварцита от углистого вещества и образование новых минералов. Область переработки ограничена разломами и имеет крутое падение. Установленные особенности геологического строения месторождения позволяют значительно увеличить прогнозные ресурсы особо чистого кварцевого сырья. Ключевые слова: кварцит, геология, минералогия, петрография, температуры гомогенизации.

Anfilov V.N., Kabanova L.Ya., Igumentseva M.A.,
Nikandrova N.K., Lebedev A.S. (Institute of mineralogy UD RAS)

GEOLOGICAL STRUCTURE, PETROGRAPHY AND MINERALOGY OF THE QUATZITE DEPOSIT BURAL-SARDAG (EAST SAYAN)

The peculiarity of geological structure of quartzite deposit Bural-Sardag is discussed. It is shown that quartzite of the deposit was formed by hydrothermal transformation of carbonaceous quartzite. Quartz recrystallization and its purification from carbonaceous material took place at the transformation. The zone of carbonaceous quartzite transformation is cut down by the fractures, which has heavy pitch. This structure allows to propose the big probable reserves of the pure quartz on this deposit. Key words: quartzite, geology, mineralogy, petrography, temperatures of homogenization.

В настоящее время промышленность испытывает острый дефицит в особо чистом кварцевом сырье, пригодном для производства волоконной оптики, кварцевых тиглей для плавки кремния, кварцевых порошков для электроники. Наиболее дефицитным является кварцевое сырье с низким содержанием Al_2O_3 и B_2O_3 . Одним из возможных источников такого сырья могут быть кварциты месторождения Бурал-Сарьдаг на Восточном Саяне. Месторождение выявлено в 1998 г. работами Института геохимии СО РАН. Расположено оно в периферической части Гарганской глыбы, фундамент которой сложен гнейсами и амфиболитами с возрастом 2300–2400 млн. лет. Метаморфические породы перекрыты осадочными породами иркутской свиты, представленными кремнистыми известняками и доломитами с прослоями кварцитов и углисто-кремневых сланцев [4], возраст которых оценивается в 1100 млн. лет. Свита прорывается сумсунурскими гранитами с возрастом 790 млн. лет [5].

Геологическое строение и петрография месторождения Бурал-Сарьдаг изучалась рядом исследователей [1–7], но до сих пор генезис месторождения и его размеры остаются дискуссионными. Рассмотрению этой проблемы посвящена настоящая работа.

Геологическое строение месторождения

Объем запасов кварцевого сырья и промышленная ценность месторождения Бурал-Сарьдаг определяется двумя факторами: геологическим строением и генетической природой кварцитов. Первая схема геологического строения месторождения приведена в работе Е.И. Воробьева и др. [4] (рис. 1). Согласно этой схеме месторождение залегает в кремнисто-карбонатной толще, состоящей из мощных переслаивающихся пластов углеродсодержащих микрокварцитов от темно-серого до почти черного цвета с содержанием углерода 0,2–0,4 % [4]. В составе толщи присутствуют разлинзованные пластовые тела углистых серицит-кварцевых сланцев. Авторы считают, что в целом толща представляет собой продукт литификации хемогенного осадочного субстрата в условиях зеленокаменной фации метаморфизма [4]. Другой вариант геологического строения месторождения предложен В.П. Табинаевой и С.Д. Цуцара [6]. Авторы этого варианта считают, что тела кварцитов имеют форму линз, залегающих согласно с пластами углистых кварцитов. Эту же схему поддерживает А.М. Федоров [7]. Пробуренные на месторождении скважины глубиной 20 м не позволяют ни подтвердить, ни опровергнуть этот вариант геологического строения месторождения.

Месторождение «суперкварцитов» расположено на пологом участке гребня горы Бурал-Сарьдаг с крутым западным склоном и пологим восточным. Летом 2013 г. авторами данной статьи было проведено минералогическое картирование фрагмента месторождения, отобраны 27 проб, изготовлены прозрачные шлифы и пластинки из всех разновидностей кварцитов. Результаты детального геологического и петрографического изучения месторождения позволяют рассматривать его как вертикальную зону переработки, в которой кварциты — результат интенсивного изменения исходных пород гидротермальными растворами (рис. 2). Ограничивающие тектонический блок разломы, показанные на рис. 2, фиксируются на местности линейными зонами развития осветленных разностей кварцитов, которые хорошо отражены в рельефе.

Сравнение состава исходных и переработанных гидротермальными растворами кварцитов (таблица) свидетельствует о том, что в процессе гидротермальной переработки происходит очистка первичного кварцита практически от всех элементов-примесей, причем содержания Al, Ti, Fe, Mg и K уменьшаются на 1–2 порядка.

Петрографическая характеристика кварцитов участка Бурал-Сарьдаг

На месторождении выделены три основных минеральных типа вторичных кварцитов: графитовый, диккитовый и

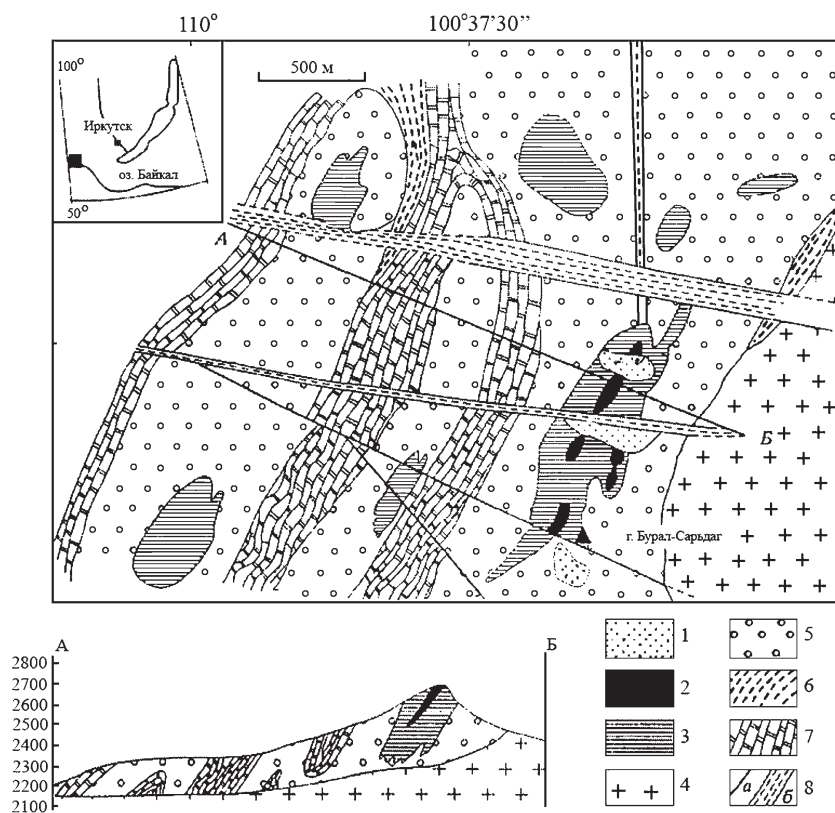


Рис. 1. Геологическая схема месторождения «суперкварцитов» горы Бурал-Сарьдаг (Восточный Саян) [4]. 1–3 — образования метасоматического комплекса: 1 — «песчанистые» кварциты, 2 — «суперкварциты», 3 — осветленные кварциты; 4 — магматический комплекс: гранитоиды Сумсунурского батолита (верхний рифей); 5–7 — осадочно-метаморфический комплекс (иркутская или монгошинская свита, средний рифей); 5 — кварциты кремневидные микрозернистые, 6 — углисто-серицит-кремнистые сланцы, 7 — доломиты светло-серые мраморизованные, в районе месторождения частично или нацело тремолитизированные; 8 — дизъюнктивные нарушения: а — разломы, б — тектонические зоны

монокварцит. По минеральному составу и структурно-текстурным особенностям выделяются полосчатые кварциты, состоящие из полос монокварцита с разным размером зерен кварца, полос монокварцита и диккитового кварцита и полос монокварцита и графитового кварцита.

Кварцит графитовый. Внешне породы серого цвета, мелкозернистые, часто интенсивно деформированные, иногда брекчированные. Текстура полосчатая, местами косослоистая, катакlastическая, реже пористая. Количественно-минеральный состав породы следующий (здесь и далее — объемные доли, %): кварц — 90–96, графит — 2–10, пирит — 1–2, гидробиотит — 1–2, турмалин — 0,5. Газово-жидкие включения (ГЖВ) не обнаружены ни в новообразованном кварце, ни в исходном. Кварциты с содержанием графита менее 2 % относятся к графитсодержащим или углеродистым разновидностям. Встречаются кварциты с включения-

Содержание (г/т) главных компонентов в разновидностях кварцитов месторождения Бурал-Сарьдаг [6]

Компонент	«Супер-кварцит»	Кварциты	
		светло-серые	черные пластовые
	ICP-MS	АЭСА	
A1	33,00	104	72
Ti	4,07	15,43	15,00
Fe	9,22	92,21	108
Mn	0,05	1,10	0,57
Mg	1,73	56,35	44,26
Ca	2,47	14,84	8,50
Na	4,95	9,73	12,60
K	6,12	81,37	163
P	0,69	3,90	4,40
B	0,17	2,30	1,82
Сумма	62,00	379	428
n	8	42	10

Примечания: 1. Анализы выполнены в ИГХ СО РАН методом ICP-MS (аналитики Ю.В. Сокольников, Е.В. Смирнов) и атомно-эмиссионным спектральным методом — АЭСА (аналитик И.Е. Васильева); n — число проб.

2. «Суперкварциты» соответствуют монокварцитам, светло-серые и черные пластовые кварциты — соответственно углеродистым и графитовым кварцитам.

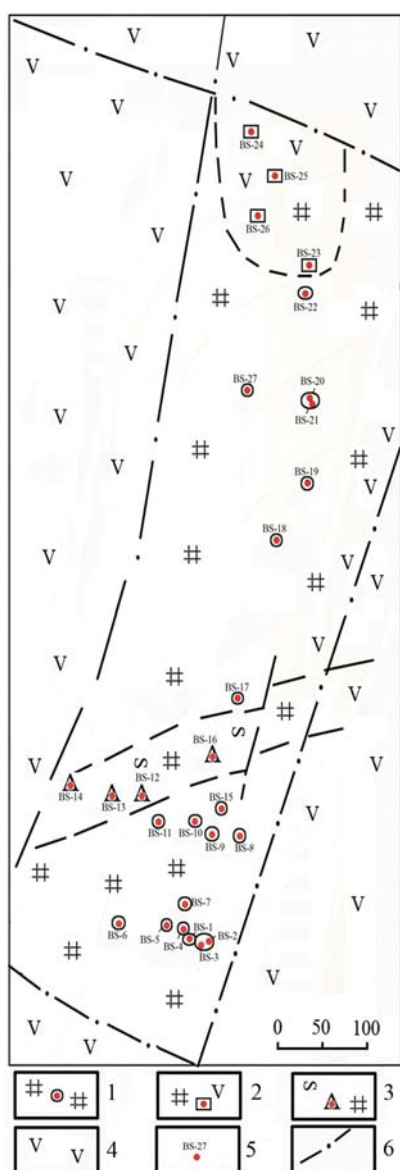


Рис. 2. Структурно-литологический план месторождения Бурал-Сарьдаг. 1 — монокварцит; 2–4 — графитовый (2), диккитовый (3) и углистый (4) кварциты; 5 — точки отбора проб; 6 — разломы

ми пирита и разновидности с турмалином и гидробиотитом. Кварц в породах этого типа слабо рекристаллизован.

В шлифе мелкозернистый кварцит имеет гранобластовую структуру со слабо выраженной слоистой текстурой. Кварц характеризуется неправильной, но близкой к изометричной формой зерен размером от 0,01 до 0,1 мм с прямолинейными, иногда ступенчатыми границами. Погасание зерен однородное, без следов пластической деформации и ГЖВ. Редкие реликтовые зерна содержат следы хрупкой деформации, представленные залеченными стекловидным кварцем трещинами. Серая окраска кварца обусловлена включениями пылеватых и мелкошуйчатых зерен графита. Графит наблюдается также в виде листоватых или землистых агрегатов, выполняющих межзерновые трещины.

В местах, где графит заполняет трещины, прослой выглядит более темным. Среднее содержание графита в породе составляет около 10 %.

В некоторых разновидностях отчетливо проявлена полосчатая текстура, подчеркнутая полосами, сложенными зернами кварца разного размера и формы с включениями графита и пирита, содержание которого в породе достигает 2 %.

Пылеватая вкрапленность гематита и мелких кристалликов пирита часто приурочена к внутризерновым трещинам, местами пространство между зернами пирита выполнено землистым агрегатом графита (рис. 3а).

Кварцит графитовый с турмалином. Внешне порода серого цвета, мелкозернистая, интенсивно деформированная, местами брекчированная. Текстура полосчатая, косослоистая, иногда катакlastическая, в отдельных участках пористая.

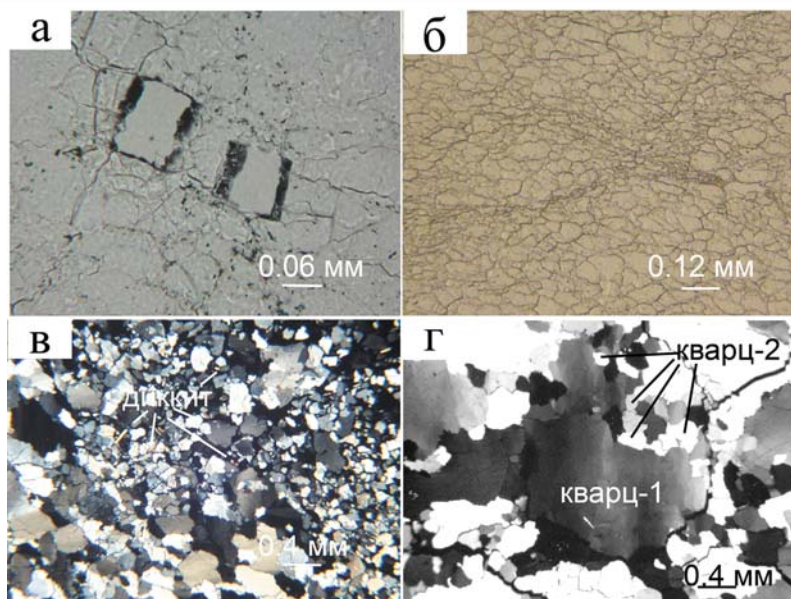


Рис. 3. Типы вторичных кварцитов: а — графитовый кварцит: пылеватый и мелкочешуйчатый графит включен в зерна кварца и выполняет пространство между кристалликами пирита и кварца (шлиф BS-25, без анализатора); б — кварцит графитовый с турмалином: косая слоистость, подчеркнутая включениями графита (шлиф BS-26, без анализатора); в — диккитовый кварцит: включения диккита в кварце (шлифа BS-12, с анализатором); г — монокварцит: кварц двух генераций (шлиф BS-6, с анализатором)

В шлифе это мелкозернистый кварцит с гранобластовой структурой и слабо выраженной слоистой текстурой. Количественно-минеральный состав породы следующий (%): кварц — 96, графит — 3, гидробиотит — 1.

Кварц характеризуется изометричной, местами неправильной, но близкой к изометричной формой зерен размером от 0,01 до 0,2 мм. Погасание зерен однородное, без следов пластической деформации и ГЖВ. Некоторые зерна местами ориентированы, и это подчеркивает слоистую текстуру породы, особенно косую слоистость (рис. 3б).

Графит наблюдается в виде пылеватых включений в зернах кварца или листоватых и землистых агрегатов, выполняющих межзерновые трещины.

Гидрослюда встречается в виде мелких бурых и оранжево-коричневых пластинок и чешуек размером до 0,1 мм, приуроченных также к межзерновым трещинам.

Турмалин в шлифе представлен бледно окрашенным зеленоватым дравитом длиннопризматической формы с пирамидальными концами и округленными очертаниями; размер зерен до 0,3 мм. Встречаются поперечные сечения шестигранной и округленно-неправильной формы.

Диккитовый кварцит. Макроскопически диккитовый кварцит представляет собой светлую, почти белую, часто с голубоватым или желтоватым оттенком мелко-, среднезернистую массивную породу. Количественно-минеральный состав породы таков (%): кварц — 80–90, диккит — 10, слюда (мусковит, серицит, гидробиотит) — 2–5, гематит — 0,1–1,0. Порода интенсивно деформирована. Преобладает хрупкая деформация, в результате которой возникают внутризерновые трещины в исходном кварце и зоны дробления в породе, по которым образуется диккит. ГЖВ приурочены к трещи-

нам хрупкой деформации, содержание их в породе составляет 0,2–2 % на 1 см² площади шлифа.

Структура породы катакlastическая, отмечается комбинация гранокластовой и гранобластовой структур. Местами наблюдается брекчиевая текстура. В участках интенсивного дробления наряду с обломками кварца встречается новообразованный кварц, который составляет около 30 % объема шлифа, и диккит (рис. 3в).

Кварц первой генерации представлен обломками остроугольной формы и реликтовыми зернами размером до 2–3 мм с зубчатыми границами, с волнистым погасанием и внутризерновыми трещинами хрупкой деформации. Эти трещины преимущественно короткие, местами ступенчатые, залеченные стекловидным кварцем. ГЖВ приурочены к зонам роста кварцевых индивидов и к внутризерновым трещинам, формируя короткие цепочки с разной степенью насыщенности газово-жидкими включениями размером до 5 мкм, с плотностью включений около 2 % на 1 см² площади шлифа.

Кварц второй генерации слагает зерна изометричной или близкой к ней формы с прямолинейными границами, с однородным погасанием без следов деформации и ГЖВ.

Диккит в шлифе наблюдается в виде бесцветных пластинчатых зерен размером 0,05–0,15 мм или в виде агрегата из мелких зерен размером менее 0,01–0,03 мм. Угол погасания 12–14°.

В породе встречаются пластинки мусковита размером до 0,1 мм, составляющие около 0,2 % объема породы.

Монокварциты являются наиболее перспективными для использования. Они представлены светлыми, почти белыми породами с голубоватым, сероватым или желтоватым оттенком, с полосчатой, массивной или брекчиевой текстурой. Структура преимущественно гранобластовая или гранокластовая, часто псевдопорфиобластовая или порфирукластовая. В разновидностях со слюдой отмечается лепидогранобластовая структура. Местами под воздействием динамометаморфизма наряду с катакlastической текстурой встречается милонитовая. Одностороннее давление, действующее на кварцевые зерна, приводит к деформации минералов. При пластических деформациях возникает закономерная ориентировка зерен минералов по форме или внутреннему строению. Ориентировка по внутреннему строению осуществляется по плоскостям, параллельно которым совершаются плоскопараллельные дифференциальные движения. Образуются полосы деформации, по которым в кварцевых зернах происходит рекристаллизация. Чем больше полос деформации, тем интенсивнее рекристаллизация кварца. Рекристаллизованный кварц обычно чистый и не содержит следов деформации и ГЖВ.

Минеральный состав монокварцитов следующий (%): кварц — 87–100 (кварц первой генерации — 24–95, второй — 5–75); слюда (мусковит, серицит, параго-

нит) — 0,1–5; пирит, гематит, лимонит — 0,1–1,0; циркон — 0,1. Интенсивно перекристаллизованный кварц содержит повышенное количество слюды, достигающее в некоторых разновидностях 5 % объема породы.

Макроскопически желтоватые монокварциты — это породы мелко-, среднезернистые, сложенные зернами белого непрозрачного кварца размером от 2–3 до 5–6 мм, среди которых отчетливо выделяются удлиненные зерна прозрачного сероватого кварца размером до 2–3 мм, ориентированные в одном направлении. В шлифе отчетливо проявлен катаклаз, структура гранокластическая, местами порфиروкластическая. В участках интенсивного дробления отмечается комбинация гранокластовой и гранобластовой структур.

Порода представляет собой агрегат, сложенный зернами кварца двух генераций. Кварц первой генерации представлен обломками и реликтами зерен удлиненной и неправильной формы с зубчатыми границами, размером от 2–3 до 5–6 мм, с волнистым погасанием и внутризерновыми трещинами, количество которых в разных зернах различное. Часть зерен практически не затронута хрупкой деформацией, но в них проявлены следы пластической деформации в виде волнистого погасания и одиночных широких изгибов. В этих зернах отсутствуют ГЖВ. В других зернах наблюдаются следы хрупкой и пластической деформации. Хрупкая деформация отражена внутризерновыми короткими прямолинейными залеченными трещинами, к которым местами приурочены ГЖВ в виде коротких цепочек и единичных включений газа и жидкости. Включения мелкие, не более 2 мкм. Плотность ГЖВ в таких зернах составляет около 0,2 % на 1 см² площади шлифа. Пластическая деформация фиксируется системами узких субпараллельных изгибов.

Кварц второй генерации составляет около 25 % объема шлифа. Он представлен мелкими изометричными зернами с прямолинейными границами, с однородным погасанием, без следов деформации и ГЖВ.

Скопления серицита наблюдаются в зонах интенсивного дробления, где возникают бластомилониты и серицит появляется в парагенезисе с новообразованным кварцем. Иногда по серициту развивается хлорит и пленки гематита. Серицит составляет около 5 % объема породы.

В разновидностях слабо перекристаллизованных монокварцитов обычно отмечается повышенное содержание ГЖВ, которые приурочены к внутризерновым трещинам хрупкой деформации или зонам роста исходных кварцевых индивидов и составляют до 5 % на 1 см² площади шлифа.

Макроскопически молочно-белые монокварциты — это породы мелкозернистые, содержащие зерна серого кварца размером до 2–5 мм, ориентированные в одном направлении. В шлифе порода характеризуется неравномернозернистой гранобластовой структурой. Она сложена агрегатом зерен кварца двух генераций (рис. 3г). Кварц первой генерации представлен реликтовыми зернами неправильной формы с зубчатыми границами, размером от 0,5 до 4,0 мм, с волнистым погасанием и отчетливо выраженными следами хрупкой и пластической деформации. Хрупкая деформация

проявлена в разных зернах с разной степенью интенсивности. Одни зерна не затронуты деформацией, в других встречаются короткие залеченные, иногда ступенчатые внутризерновые трещины. К некоторым из них приурочены ГЖВ, которые формируют короткие цепочки с разной степенью насыщенности включениями размером 2–5 мкм, иногда с более крупными включениями размером до 20 мкм. Плотность включений составляет около 5 % на 1 см² площади шлифа.

Кварц второй генерации составляет около 60 % объема шлифа. Он развивается по кварцу первой генерации, образуя прослои и цепочки, которые местами расчленяют исходные зерна кварца на фрагменты. При этом формируется псевдопорфиробластовая структура породы в целом и микрогранобластовая структура основной ткани. Зерна новообразованного кварца характеризуются изометричной или близкой к ней формой, прямолинейными границами, однородным погасанием. В этих зернах нет следов деформаций; ГЖВ единичные или вообще отсутствуют. Скопления чешуек серицита размером до 0,05 мм составляют около 2 % объема породы.

В некоторых образцах монокварцита встречаются одиночные включения циркона.

Монокварцит полосчатый макроскопически представлен полосами мелкозернистого кварцита белого и сиреневато-серого цвета. Белый кварцит характеризуется массивной текстурой, сиреневато-серый — тонкополосчатой. В шлифе контакт двух кварцитов проявлен отчетливо за счет резко выраженных в краевых частях темных полос, сложенных зернами и мелкими кристалликами пирита и псевдоморфозами лимонита по пириту. В ассоциации с пиритом находятся чешуйки и пластинки слюды размером до 0,1–0,2 мм.

Белый кварцит сложен агрегатом зерен кварца удлиненной и неправильной формы размером 0,5–2,0 мм, с зубчатыми границами и волнистым погасанием, которые относятся к кварцу первой генерации. Это зерна реликтового кварца со следами хрупкой деформации, представленной внутризерновыми залеченными трещинами. Трещины короткие и длинные, прямолинейные, местами пересекающиеся. К трещинам приурочены ГЖВ, которые формируют цепочки с мелкими включениями размером 1–2 мкм. Плотность ГЖВ в таких зернах составляет около 0,2 % на 1 см² площади шлифа. Пластическая деформация отражена буроватыми пластинками Бёма.

Кварц второй генерации составляет около 10 % объема шлифа. Кварц мелкий, изометричной или близкой к ней формы с прямолинейными границами зерен, с однородным погасанием, без следов деформации и ГЖВ. В ассоциации с кварцем второй генерации находятся редкие пластинки слюды.

Кварцит сиреневато-серого цвета также сложен кварцем двух генераций, отличается присутствием лимонитизированного пирита, составляющего около 10 % объема полосы, и содержанием слюды, количество которой достигает 3 % объема.

Выполненные нами определения температуры гомогенизации ГЖВ в кварците показали, что включения гомогенизируются в интервале температур от 100 до 340 °С (рис. 4). Максимальное количество включе-

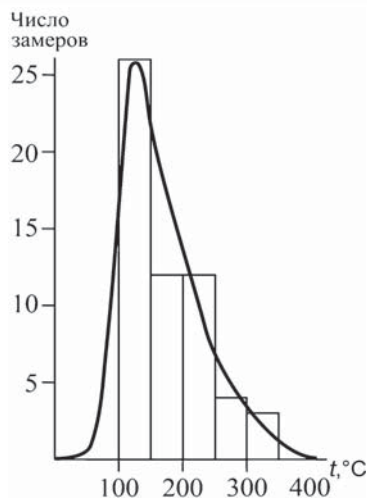


Рис. 4. Распределение температуры гомогенизации газожидких включений в монокварците

ний гомогенизируется при температуре 200 °C. Максимальная температура гомогенизации с учетом поправки, равной +50 °C [8], составляет 400 °C.

Выводы

Результаты геологического, петрографического и минералогического изучения пород месторождения Бурал-Сарьдаг позволяют сделать два важных вывода, определяющих его перспективность.

1. Монокварциты и другие осветленные разности кварцитов образовались в результате переработки исходных графитовых кварцитов гидротермальными растворами. Основанием для этого является присутствие в них кварца двух генераций (первой — интенсивно деформированного, с минеральными примесями и ГЖВ, второй — мелкозернистого, без следов деформации, минеральных примесей и ГЖВ).

2. Размер месторождения и его прогнозные ресурсы определяются двумя параметрами: размером площади, в пределах которой происходила гидротермальная переработка углистых кварцитов, и вертикальными размерами зоны переработки. Размер площади (150×1000 м) четко контролируется системой разломов. Согласно предложенному варианту геологического строения месторождения зона гидротермальной переработки графитовых кварцитов ориентирована вертикально и запасы сырья на месторождении определяются глубиной, на которую будет прослежена эта зона в результате разведочных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Быдтаева Н.Г., Киселева Р.А., Милева И.М. Прогнозно-поисковые модели месторождений особо чистого кварца // Отечественная геология. — 2006. — № 4. — С. 57–63.
2. Быдтаева Н.Г., Киселева Р.А., Яншин В.Н. Геологические особенности формирования нового типа гранулированного кварца Гарганского кварценозного района (Восточный Саян) / Кварц, кремнезем: Материалы междунар. семинара. — Сыктывкар: Геопринт, 2004. — С. 185–187.
3. Быдтаева Н.Г., Борозновская Н.Н., Быдтаева Т.Г., Милеева И.М. Предварительная оценка качества кварцевого сырья Урала и Восточного Саяна по комплексу типоморфных признаков кварца / Кварц, кремнезем: Материалы междунар. семинара. — Сыктывкар: Геопринт, 2004. — С. 205–206.
4. Воробьев Е.И., Спиридонов А.М., Непомнящих А.И., Кузьмин М.И. Сверхчистые кварциты Восточного Саяна (Республика Бурятия, Россия) // Докл. РАН. — 2003. — Т. 390. — № 2. — С. 219–223.

5. Макрыгина В.А., Федоров А.М. Преобразование кварцитов как следствие поздних тектонических событий в развитии Чуйской и Гарганской глыб // Геология и геофизика. — 2013. — Т. 54. — № 12. — С. 1861–1886.
6. Табинаев В.П., Цуцар С.Д. Бурал-Сарьдакское месторождение кварцитов для металлургии кремния и наплава кварцевого стекла. Участок Северный (Республика Бурятия, Окинский район) Отчет об оценочных и разведочных работах за 2001–2003 гг. с подсчетом запасов по состоянию на 0.1.04. Никольск. 2003.
7. Федоров А.М., Макрыгина В.А., Будяк А.Е., Непомнящих А.И. Новые данные о геохимии и механизме формирования кварцитов месторождения Бурал-Сарьдак (Восточный Саян) // Докл. РАН. — 2012. — № 2. — С. 244–249.
8. Шапошников А.А., Ермаков Н.П. О величине расхождения температур гомогенизации газожидких включений с истинными температурами кристаллизации консервирующего их искусственного кварца / Минералогическая термометрия и барометрия. Т. 1. — М.: Наука, 1968. — С. 95–102.

© Коллектив авторов, 2015

Анфилов Всеволод Николаевич // anfilov@mineralogy.ru

Кабанова Лариса Яковлевна // kabl@mineralogy.ru

Игуменцева Мария Александровна // maria@mineralogy.ru

Никандрова Надежда Константиновна // nikandrova@ilmeny.ac.ru

Лебедев Алексей Сергеевич // lebedev.a.s@bk.ru

УДК 553.623.7:691.223+519.7

Поклонов В.И., Семенов Ф.В. (ФГУП «ЦНИИгеолнеруд»), Иванов С.К. (ФБУ «ТФГИ по Приволжскому ФО», Марийский филиал)

СОЗДАНИЕ ПРОГНОЗНО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАЗМЕЩЕНИЯ КВАРЦЕВЫХ ПЕСКОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Для обеспечения геологических служб Республики Марий Эл информацией о перспективных площадях и прогнозных ресурсах песков для строительных работ была собрана и систематизирована геологическая информация по пробуренным ранее скважинам, месторождениям и проявлениям строительных песков Республики. Построена прогнозноматематическая модель закономерностей размещения кварцевых песков, на основании которой выделены перспективные площади и прогнозные ресурсы песков для строительных работ. **Ключевые слова:** математический, модель, прогнозный, ресурсы, перспективный, площадь, пески, строительный, Республика Марий Эл.

Poklonov V.I., Semenov F.V. (TsNIIGeolnerud), Ivanov S.K. (Volga Federal District TFGI, Mari branch)

CREATING A PREDICTIVE MATHEMATICAL MODEL LAWS GOVERNING THE DISTRIBUTION OF QUARTZ SAND FOR CONSTRUCTION WORK ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF MARI EL

To provide geological services of the Republic of Mari El information on prospective areas and probable resources of sand for construction work was carried out to collect and systematize information on geological passed earlier drill holes, deposits and occurrences of building sand republic. Built predictive mathematical model of patterns of distribution of quartz sand, on the basis of which are highlighted promising areas and inferred resources of sand for construction work. **Key words:** mathematical, model, forecast, resources, promising, area, sand, construction, Mari El Republic.