

В ходе проведенных исследований были проанализированы оптические спектры поглощения изумрудов из месторождений Колумбии и уральских изумрудных копей и исследована природа их окраски. Природа окраски колумбийских изумрудов связана исключительно с трехвалентным хромом, который изоморфно замещает алюминий в структуре берилла. На окраску уральских изумрудов влияют также ионы трехвалентного хрома, а также дополнительно на основной тон влияет двухвалентное железо, которое входит в октаэдрические позиции алюминия и тем самым создает дополнительные желтые оттенки в окраске уральских изумрудов. Выявлено, что двухвалентное железо изоморфно замещает бериллий в структуре уральских образцов. Результаты исследования линии колебания воды на длине 1898 нм и включений в изумрудах можно использовать для практических геммологических целей идентификации природных и синтетических ограненных камней и выявлять месторождение, откуда было добыто природное сырье.

Литература

- Бахтин А. И.* Породообразующие силикаты: оптические спектры, кристаллохимия закономерности окраски, типоморфизм. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1985. 192 с.
- Егоров-Тисменко Ю. К.* Кристаллография и кристаллохимия. М.: Книжный дом «Университет», 2005. 592 с.
- Киевленко Е. Я., Сенкевич Н. Н., Гаврилов А. П.* Геология месторождений драгоценных камней. М.: Недра, 1982. 273 с.
- Корнилов Н. И., Солодова Ю. П.* Ювелирные камни. М.: Недра, 1987. 239 с.
- Платонов А. Н., Таран М. Н., Балицкий В. С.* Природа окраски самоцветов. М.: Недра, 1984. 196 с.
- Свиридов Д. Т., Свиридова Р. К., Смирнов Ю. Ф.* Оптические спектры ионов переходных металлов в кристаллах. М.: Наука, 1976. 266 с.
- Nassau K.* Synthetic emerald: The confusing history and the current technologies // *Journal of Crystal Growth*. 1976. Vol. 35. № 2. P. 211–222.
- Wood D. L., Nassau K.* The characterization of beryl and emerald by visible and infrared absorption spectroscopy // *American Mineralogist*. 1968. Vol. 53. № 5–6. P. 777–800.

Н. Ю. Гафарова, Н. В. Мизина
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск
natalya.gafarova.93@mail.ru

**Дайковый комплекс задуговых офиолитов восточного склона
Приполярного Урала – сырье для производства
непрерывного базальтового волокна
(научный руководитель К. Ю. Кудрин)**

Введение. В 2012 г. в Ханты-Мансийском АО принята Ведомственная программа развития стройиндустрии округа на 2013–2020 гг., которая, в том числе, предусматривает строительство завода по производству базальтового волокна и продукции из него, местная сырьевая база которого не определена. Анализ имеющихся данных показал, что породы основного состава, распространенные на территории

ХМАО – Югры, могут быть пригодны для высокотехнологичного производства, а наиболее перспективными для проведения поисково-оценочных работ на базальтовое сырье на восточном склоне Приполярного Урала определены Польинский и Маньинский участки [Кудрин и др., 2013].

По результатам геолого-съёмочных работ масштаба 1 : 200000 на восточном склоне Приполярного Урала в междуречье Щекурья–Манья (Ханты-Мансийский АО, Березовский район, северо-западнее с. Саранпауль) в пределах северной части Тагильской палеоостровной дуги выделена полоса распространения долеритов, нестратифицированный характер которых обоснован В. В. Бочкаревым [1990]: выделен маньинский комплекс параллельных даек и сделано предположение о срединговой природе пород в условиях задугового бассейна. Позднее данное предположение подтверждено нашими работами [Кудрин, 2014] и установлен досреднеордовикский возраст пород [Кудрин и др., 2015б]. Кроме того, по результатам учебной геолого-съёмочной практики составлена геологическая карта Польинского участка масштаба 1 : 25000 [Кудрин и др., 2015а].

Петрографическая характеристика пород. В составе комплекса параллельных даек принимают участие два типа пород – пироксеновые долериты и пироксен-плагиоклазовые базальты. Первые формируют дайковые тела разной мощности, вторые присутствуют в виде ксенолитов (скринов).

Пироксеновые долериты характеризуются редко-мелкопорфировидной структурой с долеритовой и офитовой основной массой. В порфировых выделениях присутствует плагиоклаз, реже – пироксен (30–50 %), относящийся к авгиту. Минерал обычно бесцветен, изредка имеет бледно-зеленую окраску, образует гипидиоморфные короткопризматические зерна размером до 0.3 мм. Соответствие пироксена авгиту подтверждается единичными электронно-зондовыми определениями химического состава. Плагиоклаз (40–55 %) образует идиоморфные призматические и длиннопризматические вплоть до игольчатых кристаллы со слабо проявленным зональным строением размером до 0.5–0.7 мм. Рудный минерал (10–15 %) обилен, распределен равномерно. Базальты имеют порфировую структуру с вкрапленниками плагиоклаза и/или пироксена. Основная масса – интерсертальная с микролитами игольчатого плагиоклаза, часто имеющего одинаковую ориентировку зерен. Породы подвержены зеленокаменным изменениям разной (преимущественно слабой) интенсивности с развитием хлорита и эпидота, местами отмечается альбитизация.

Оценка пригодности пород для базальтового производства. Для высокотехнологического производства рекомендуется использовать породы с содержанием SiO_2 менее 53 % [Матвеев и др., 2003]. Другим важным критерием пригодности базальтовых пород является модуль кислотности (M_k), который определяет пригодность сырья для производства минерального волокна: $M_k = (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3) / (\text{CaO} + \text{MgO})$, где SiO_2 , Al_2O_3 , CaO и MgO – содержание соответствующих оксидов в сырье или расплаве, мас. %. Для однокомпонентных шихт рекомендован M_k со значением от 1.7 до 4; для производства непрерывного волокна – 4.7–6.5 [Матвеев и др., 2003].

Наши исследования основаны на 14 силикатных анализах (табл.). Для изучения отобраны образцы пород, которые по результатам петрографических исследований в наименьшей степени подвержены вторичным изменениям. Расчет модуля кислотности пород показывает, что его значения варьируют от 3.5 до 7.5 и, в целом, близки к требуемым значениям для сырья, пригодного для производства непрерывного базальтового волокна (рис. 1). При сопоставлении исследованных пород с эталонными составами базальтового сырья Берестовецкого (Украина) и Марнеульского

Т а б л и ц а

**Химический состав пород дайкового комплекса
Польнинского и Маньинского разрезов, мас. %**

№ п/п	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ппп	Сумма
1	48.48	1.02	14.03	11.59	0.18	8.56	9.46	2.90	0.35	0.13	3.30	100.00
2	46.51	1.32	14.04	17.32	0.22	5.96	7.23	4.10	0.03	0.17	2.90	99.80
3	46.86	1.52	12.94	19.20	0.24	8.51	3.46	3.55	0.05	0.17	3.60	100.08
4	54.03	1.17	13.31	14.44	0.18	5.30	3.62	4.72	0.45	0.17	2.60	99.97
5	51.16	1.48	12.44	17.48	0.22	6.34	2.80	4.31	0.04	0.26	3.20	99.74
6*	51.96	1.49	14.28	2.72	0.21	6.12	5.26	5.75	0.10	0.11	2.18	90.18
7*	48.06	0.95	15.28	2.57	0.16	8.23	10.98	3.13	0.13	0.07	4.16	93.72
8*	53.66	1.53	13.59	3.38	0.13	4.87	7.45	3.28	0.10	0.23	3.92	92.14
9*	49.20	1.34	14.28	3.26	0.21	7.57	6.49	4.36	0.24	0.09	4.09	91.13
10	51.13	1.23	12.40	16.29	0.29	6.64	5.56	4.05	0.25	0.15	1.70	99.69
11	48.50	1.29	14.53	15.53	0.23	6.51	5.44	4.10	0.37	0.20	2.90	99.59
12	53.10	1.13	13.25	15.64	0.13	7.18	1.80	4.00	0.03	0.26	3.30	99.82
13	46.47	1.35	12.45	18.81	0.39	8.65	4.23	3.56	0.04	0.14	3.60	99.69
14*	49.20	0.77	15.34	2.08	0.16	9.95	7.74	3.99	0.12	0.06	4.63	94.04

Примечание. 1–9 – долериты комплекса параллельных даек; 10–13 – базальты скринов; 14 – альбитизированный базальт; * – данные по [Бочкарев, 1990], остальные – по [Кудрин, 2014]; образцы 4, 5, 12, 13 – альбитизированы и слабо окварцованы.

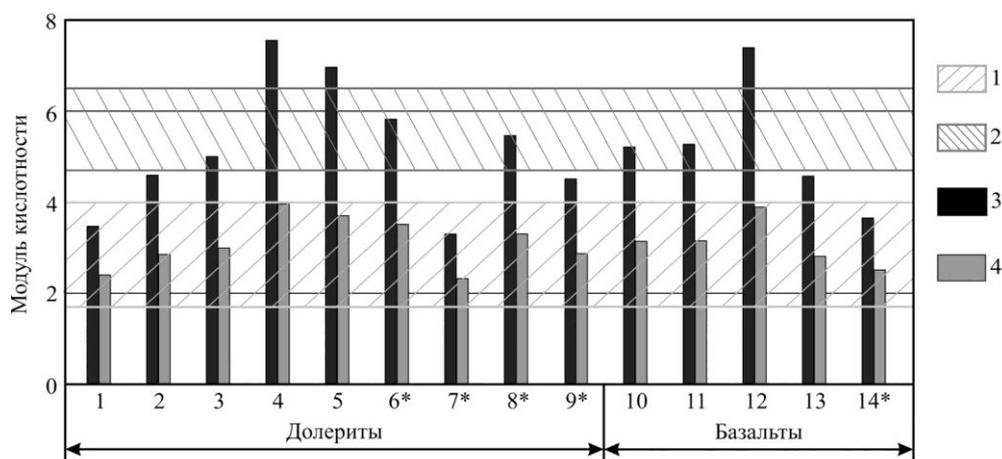


Рис. 1. Модуль кислотности пород дайкового комплекса Маньинского и Польнинского разрезов и его изменение при использовании корректирующей добавки (13 мас. % известняков Ятринского месторождения).

1 – поля составов, рекомендуемых для производства однокомпонентных шихт; 2 – поля составов, рекомендуемых для производства непрерывного базальтового волокна; 3 – модуль кислотности пород без корректирующей добавки; 4 – модуль кислотности пород с учетом корректирующей добавки; *, данные по [Бочкарев, 1990], остальные – по [Кудрин, 2014].

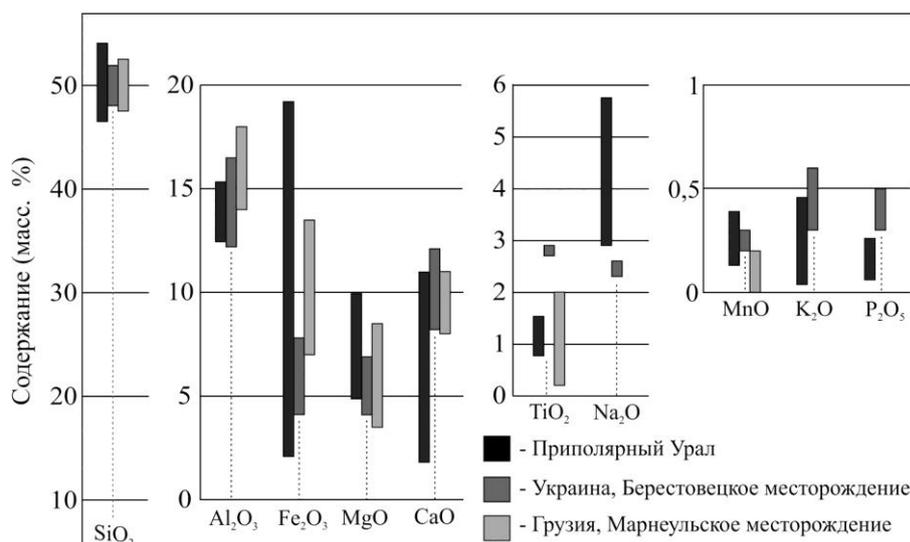


Рис. 2. Сопоставление химического состава пород Польинского и Маньинского разрезов с эталонными составами базальтов Берестовецкого (Украина) и Марнеульского (Грузия) месторождений.

(Грузия) месторождений [Матвеев и др., 2003] породы Маньинского и Польинского разрезов сходны по содержанию SiO_2 , Al_2O_3 , MnO и TiO_2 , обладают повышенными концентрациями Fe_2O_3 , MgO и Na_2O и пониженными – CaO , K_2O и P_2O_5 (рис. 2).

Проявление альбитизации и окварцевания пород (образцы №№ 4, 5, 12, 13) приводит к повышению модуля кислотности (см. рис. 1), значения которого выходят за пределы предъявляемых к качеству сырья.

Одним из способов улучшения качества сырья для базальтового производства является подшихтовка, при которой в качестве корректирующего компонента выступают карбонатные породы (известняки и доломиты).

В непосредственной близости от объектов исследования расположено Ятринское месторождение известняков. На месторождении проведены геологоразведочные работы, в ходе которых изучен химический состав пород. Средние значения составили (мас. %): $\text{CaCO}_3 > 96\%$; $\text{MgCO}_3 < 1.3\%$; $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 < 1.5\%$ [Недочетов, 1965]. На основании этих данных нами оценена возможность использования известняков Ятринского месторождения в качестве корректирующей добавки для улучшения показателя модуля кислотности с использованием формулы: $M_k = ((\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3) \times x + (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3) \times y) / ((\text{CaO} + \text{MgO}) \times x + (\text{CaO} + \text{MgO}) \times y)$, где SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO – содержание соответствующих оксидов в сырье, мас. %; SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO – содержание соответствующих оксидов в корректирующем компоненте, мас. %; x – содержание исходного компонента, мас. %; y – содержание корректирующего компонента, мас. %. Результаты расчетов, выполненных при условии содержания корректирующей добавки 13 мас. % для пород комплекса параллельных даек, опробованных в Польинском и Маньинском разрезах, показали, что все анализируемые составы пород удовлетворяют диапазону значения модуля кислотности, предъявляемому к сырью для производства однокомпонентных шихт.

Выводы. Таким образом, анализ имеющихся данных показал, что породы основного состава, распространенные в непосредственной близости от с. Саранпауль, могут быть пригодны для высокотехнологичного производства: изготовления однокомпонентных шихт и непрерывного базальтового волокна.

Работы выполнены в НОЦ «Поиск» в рамках государственных работ в сфере научной деятельности (проект № 1245).

Литература

Бочкарев В. В. Магматические формации северной части Приполярного Урала. Препринт. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. 67 с.

Кудрин К. Ю. Геохимическая типизация магматических образований восточного склона Приполярного Урала междуречья Сертынья–Манья // Известия Томского политехнического университета. 2014. Т. 325. № 1. С. 69–82.

Кудрин К. Ю., Баженов Н. Ю., Ермак А. Д., Демьяненко М. В. Предварительные результаты геологического доизучения бассейна р. Большая Поля (Приполярный Урал) // Вестник Югорского государственного университета. 2015а. S2 (37). С. 95–98.

Кудрин К. Ю., Гафарова Н. Ю., Сухоносова В. С., Сухоносова Г. С. О возможности использования пород основного состава восточного склона Приполярного Урала для высокотехнологичного производства // Вестник Югорского государственного университета. 2013. № 3. С. 39–42.

Кудрин К. Ю., Иванов К. С., Шокальский С. П., Наставко Е. В. Результаты U–Pb SHRIMP-II и Ag–Ag датирования магматических образований междуречья Сертынья – Щекурья (восточный склон Приполярного Урала) // Известия Томского политехнического университета. 2015б. Т. 326. № 8. С. 6–16.

Матвеев Г. М., Раскина Э. М., Горшков С. В. и др. Габбро-базальтовое сырье для производства минерального волокна. М.-Пермь: ВНИИЭСМ, 2003. 96 с.

Недочетов В. Л. Отчет Ляпинской поисково-разведочной партии по поисково-разведочным работам на строительные материалы в Березовском районе Ханты-Мансийского национального округа Тюменской области в 1962-64 гг. Т. 1. Тюмень, 1965. 100 с.

С. Н. Кох¹, Э. В. Сокол¹, Е. В. Деев^{2,3}, Ю. М. Ряполова^{2,3}

¹ – *Институт геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск
s.n.kokh@gmail.com*

² – *Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск*

³ – *Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск*

Индикаторные характеристики континентальных карбонатов на примере палеотравертинов Горного Алтая

Известно, что физико-химические характеристики вод естественных минеральных источников и их локализация несут информацию о геологическом строении и особенностях флюидного режима региона. Однако флюидопотоки являются эфемерными образованиями, и сегодня критерии идентификации палеозон их разгрузки активно разрабатываются. Важной особенностью карбонатов является их способность сохранять неизменными ряд геохимических характеристик, унаследованных от родоначального флюида (спектры распределения PЗЭ, $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$, обогащение Li, В,