

ПЕТРОЛОГИЯ, ВУЛКАНОЛОГИЯ

УДК 553.532.08.002.2:666.193 (575.15)

Базальты ходжирбулакской свиты и оценка их пригодности в качестве базальтового волокна (горы Сурхантау, юго-западные отроги Гиссарского хребта)**Н.М. Хакбердиев**

Государственное предприятие «Научно-исследовательский институт минеральных ресурсов» (ГП «НИИМР») Государственного комитета Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам, 100060, Ташкент, ул. Т. Шевченко, 11а. E-mail: nur_51@mail.ru

(Статья поступила в редакцию 10 ноября 2016 г.)

Изложены результаты предварительной оценки базальтов ходжирбулакской свиты гор Сурхантау в качестве базальтового волокна. По данным петрографического исследования породы представлены базальтами миндалекаменной структуры. По содержанию стекловой массы и миндалин кальцита выделены три группы базальтов. Установлена обратная связь между содержаниями основной массы и содержанием кальцита: чем больше основной массы вулканитов, тем меньше кальцита, и наоборот. Модуль кислотности составляет в среднем 3,52.

Ключевые слова: *ходжирбулакская свита, горы Сурхантау, минеральный состав, химический состав, базальт, базальтовое волокно.*

DOI: 10.17072/psu.geol.16.2.104

Базальты ходжирбулакской свиты расположены в Алтынсайском районе Сурхандарьинской области, в 5-7 км к СЗ от с. Вахшивар. Площадь их развития составляет 9,0-9,5 км².

Палеозойские вулканические образования Сурхантауских гор юго-западных отрогов Гиссарского хребта изучены и описаны Е.М. Головиным (1941). Их изучением в разные годы занимались И.М. Исамухаммедов и Д.П. Купченко (1964), В.А. Арапов (1971), А.В. Головченко (1985), Т.Ш. Шаякубов (1978) и др.

Впервые специализированные исследования площади развития базальтоидов в качестве камнелитейного сырья осуществлены еще в начале 60-х гг. (Попович и др., 1966), что связано с успешной раз-

работкой в то время в СССР подобных технологий (Хамидов, 2011; Ходжаев и др., 2016).

На площади Южно-Сурхантауской вулканотектонической структуры выделен следующий ряд формаций: известково-алевролитно-дацит-липаритовая; яшмоидно-известняково-базальтоидная; конгломерато-песчаниково-алевролитовая; трахилипаритовая формация Р₁; трахиандезит-трахибазальтовая. Последние две формации включают базальтоидные породы, которые представляют практический интерес для производства волокна.

В данной работе рассматриваются результаты изучения яшмоидно-известняково-базальтоидной формации, которая образована осадками ходжирбу-

лакской свиты и субвулканическими образованиями, тесно с ней связанными. Она сложена часто переслаивающимися известняками и яшмами, яшмоидами ярко-красными, лиловыми, зелеными.

Эффузивные образования имеют в данной формации подчиненное развитие и представлены лавами миндалекаменных спилитов. Спилиты состоят из подушечных образований разнообразной формы и размеров, сцементированных розовым пелитоморфным тонкополосчатым известняком. Полосчатость обусловлена чередованием тонких полос розового, белого и вишнево-красного цветов. Шары базальтов располагаются в известняке как бы во взвешенном состоянии, не соприкасаясь друг с другом. Видимо, карбонатный материал во время образования базальтов представлял собой иловую массу.

Форма подушек постепенно меняется от эллипсоидальной до шарообразной, хотя встречаются отдельности в виде остроугольных обломков. В отдельных случаях в подушках концентрическая зональность подчеркивается цветными разностями. Центральная часть подушек в момент кристаллизации не соприкасалась с соленой морской водой. Красно-фиолетово-коричневая окраска обусловлена замещением стекловатого базиса лав гематитом и гидроокислами железа или смесью их с хлоритом. Размеры подушек от нескольких сантиметров до 1 м в диаметре.

Текстура спилитов миндалекаменная, структура чаще порфировая, но встречается и афировая. Вкрапленники редкие, составляют 10-15%, представлены псевдоморфозами из карбоната по плагиоклазу и железисто-карбонатными псевдоморфозами по темноцветным минералам.

Субвулканические тела представлены базальтами, долеритами, габбро-долеритами. Эти породы тесно связаны со спилитами эффузивной фации и часто находятся в неясных взаимоотношениях с ними. Так, базальты внешне очень сходны со спилитами и не имеют видимых границ. Четкие рвущие границы установлены лишь для долеритов и габбро-долеритов.

Долериты и габбро-долериты зеленовато-серые до темнозеленовато-серых, базальты вишнево-коричневые. Долериты и габбро-долериты образуют преимущественно дайки, а в самих базальтах являются магмоподводящими каналами – некками.

Для всех пород характерна миндалекаменная текстура, в долеритах иногда встречается нечеткая столбчатая отдельность, значительно чаще развита шаровая отдельность. Форма шаров четко округлая, диаметр от нескольких сантиметров до 0,5 м.

Многочисленные миндалины округлых и неправильных форм выполнены кальцитом, редко с примесью кварца и хлорита.

Среди субвулканических образований наблюдаются трахиандезиты, редко трахибазальты, которые образуют дайки и значительно реже штокообразные тела. От эффузивов они отличаются только степенью раскристаллизации и отсутствием оливина. Крайне редко встречаются (одиночные выходы) субщелочные габбро-долериты, долериты, которые содержат оливин.

Усредненный химический состав (табл. 1) свидетельствует, что проанализированные пробы были представлены породами основного состава. Порода состоит преимущественно из SiO_2 , Al_2O_3 , CaCO_3 ($\text{CaO}+\text{CO}_2$) – основной составляющей базальтоидов. Поэтому в пробах, содержащих повышенное количество SiO_2 , должно быть относительно пониженное содержание CaO и CO_2 . Это подтверждается результатами анализа проб Ба-102, 106, 202, 204, 208 и 306, в которых при высоких содержаниях SiO_2 (45,14; 43,73; 42,32; 43,02, 46,55 и 40,91%) низкие значения CaO (8,69; 10,37; 13,18; 12,34, 6,45 и 12,62 %) и соответственно CO_2 (3,74; 4,4; 6,6, 4,84, 3,08 и 6,71%) (рис. 1).

Микроскопическим изучением базальтов (В.Ф. Проценко, 2016) установлено, что по петрографическому составу выделяются три группы базальтов: 1) со стекловатой массой 45-60% и миндалинами

Таблица 1. Химический состав базальтоидов ходжирбулакской свиты

Компоненты	Ба-102	Ба-106	Ба-202	Ба-204	Ба-208	Ба-306	Ср.
SiO ₂	45,14	43,73	42,32	43,02	46,55	40,91	43,61
Fe ₂ O ₃	5,03	5,04	4,62	5,49	6,32	5,08	5,26
FeO	2,88	3,2	3,74	1,91	2,86	2,52	2,85
TiO ₂	1,19	1,15	1,04	1,08	1,08	0,95	1,08
MnO	0,15	0,15	0,14	0,14	0,12	0,13	0,14
Al ₂ O ₃	17,95	16,61	15,94	16,61	15,27	15,6	16,33
CaO	8,69	10,37	13,18	12,34	6,45	12,62	10,61
MgO	7,06	7,06	5,44	5,64	7,46	7,66	6,72
Na ₂ O	3,80	3,90	3,60	3,90	4,80	2,60	3,77
K ₂ O	0,70	0,72	0,76	0,66	0,78	0,88	0,75
P ₂ O ₅	0,18	0,16	0,15	0,16	0,1	0,1	0,14
S _{общ}	0,03	0,34	0,34	0,08	0,04	0,08	0,15
ППП	8,16	7,94	9,18	9,44	7,7	10,58	8,83
CO ₂	3,74	4,4	6,6	4,84	3,08	6,71	4,9
SO ₃	<0,1	<0,1	0,16	<0,1	0,12	<0,1	0,11
H ₂ O	0,7	0,62	0,9	0,96	0,88	1,36	0,9
Мк	4,01	3,46	3,13	3,32	4,44	2,79	3,52

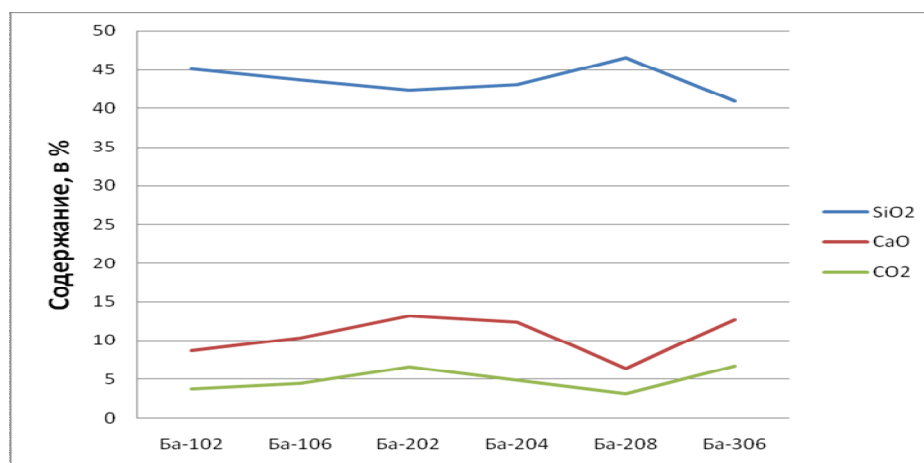


Рис. 1. Характер взаимоотношения основных химических компонентов в базальтоидах ходжирбулакской свиты

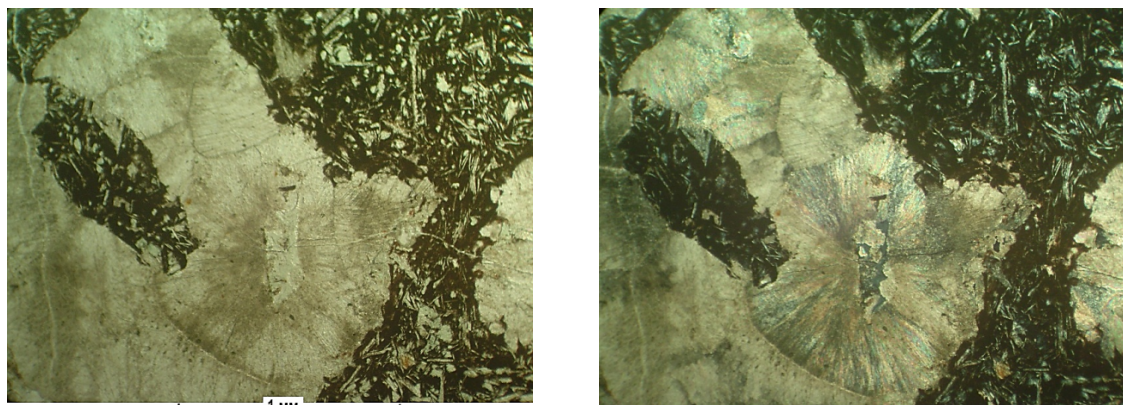


Рис. 2. БА-104. Базальт миндалекаменный с буро-коричневой основной массой. Слева один нодоль, справа два

кальцита 40-45%, 2) со стекловатой массой 60-70% и миндалинами кальцита 30-35%, 3) со стекловатой массой 70-85% и миндалинами кальцита 25-30%. Базальты первой группы (обр. № 104, 105, 207, 303) отличаются гиалопилитовой структурой с неравномерным распределением таблиц и лейст плагиоклаза. Текстура миндалевидная с продуктивными сростками миндалин («крылатая лошадка» на микрофотографии, шл. БА-104) сферолитового и мелкозернистого гранобластового кальцита.

Вокруг миндалин отчетливо выражена совершенно непрозрачная оболочка закаливания базальтового стекла, лишенная микролитов плагиоклаза, несмотря на

то, что в базисной части микролиты иногда достигают 60% объема гиалопилитовой основной массы. Некоторые почковидные сложно построенные миндалины кальцита (почковидные сростки нескольких округлых) достигают 10 мм по длине. Наряду со среднезернистым кальцитом в их строении принимают участие и мелкие сферолитовые образования.

Основная часть базальта отличается буровато-коричневой совершенно непрозрачной стекловатой массой, пятнисто неравномерно насыщенной микролитами плагиоклаза (от редко рассеянных в зонах закала вокруг некоторых миндалин) (шл. № БА-105).

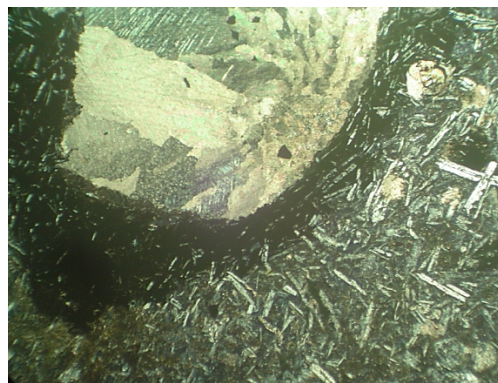
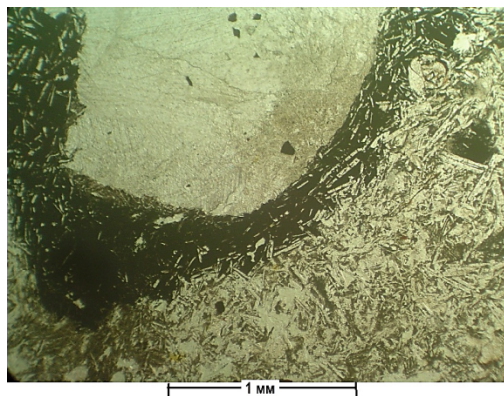


Рис. 3. БА-105. Базальт миндалекаменный с коричневой гиалопилитовой стекловатой основной массой. Слева один николь, справа два

Многие округлые миндалины с поперечником от 0,3 до 1,5 мм выполнены сферолитами кальцита, а уплотненные миндалины часто заполнены мелкозернистым гранобластовым кальцитовым агрегатом. Нередко фиксируется карбонатизация стекловатой основной массы базальта в участках наиболее плотного расположения миндалин. В этих микроблоках нацело карбонатом замещены и лейсто-таблицы плагиоклаза. Последние имеют достаточно резко отличающиеся размеры, что создает впечатление о порфировидности гиалопилитового базиса породы. Большинство крупных лейст и таблиц плагиоклаза почти полностью замещены кальцитом.

Базальты второй группы (шл. № 107, 202, 204, 205, 206, 208) с гиалопилитовым

стекловатым базисом 60-70%, миндалинами кальцита 30-35% характеризуются порфировидной структурой и миндалекаменной текстурой. Порфиновые выделения плагиоклаза составляют 25-30% площади шлифа, миндалины опала с халцедоном – 1-2%, псевдоморфозы кварца с хлоритом по кристалло-порфировым выделениям пироксена – 0,3-0,5%, окислы железа по магнетиту – 0,2-0,3%, лимонитовый пигмент – 3-5%.

Зерна плагиоклаза резко неодинаковых размеров, что создает впечатление о породе как о густопорфировой (шл. БА-205). Большое количество мелких миндалин, основная часть которых выполнена веерно-лучистым или мозаично-зернистым кальцитом.

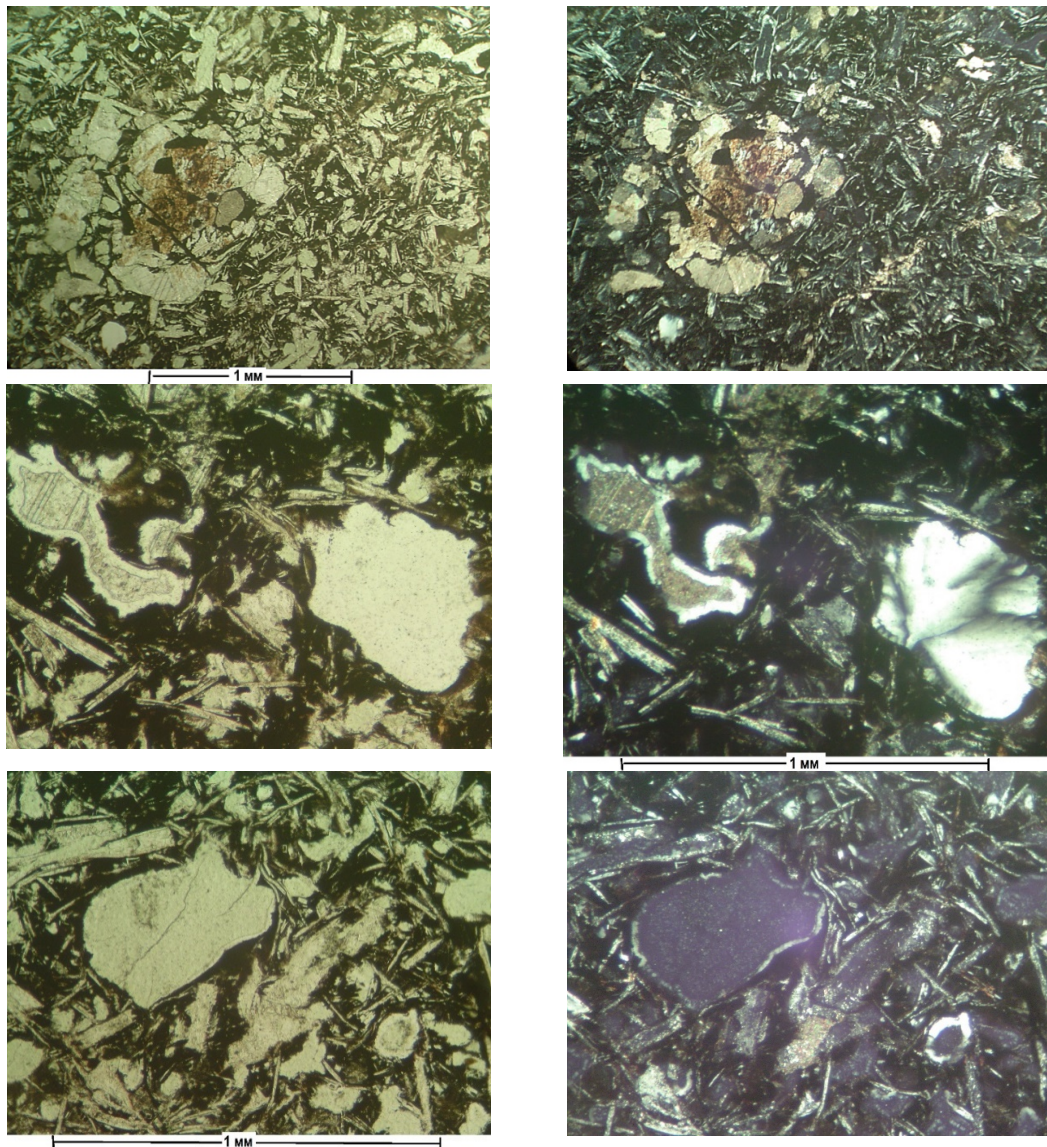


Рис. 4. БА-205. Базальт миндалекаменный краснокаменно изменённый. Гиалопилитовый стекловатый базис – 65-70 %, порфиридные таблицы плагиоклаза – 10-15 %, миндалины кальцита – 3-5, миндалины халцедона и кварца – 2-3, псевдоморфозы кварца с хлоритом по кристалло-порфировым выделениям пироксена – 0,3-0,5. Слева один николю, справа два

Другая часть подобных по размерам и формам миндалин выполнена мозаично-зернистым халцедоном, сохранившим характерное для них погасание в виде перебегающего темного креста при вращении столика микроскопа с включенным анализатором. Рядом присутствует миндалина с кальцитом в центральной зоне и халцедоном в виде каймы вокруг нее. Более редки миндалины опаловые с оторочками халцедона (рис. 4).

Многие из выделений плагиоклаза выглядят как порфировые (шл. № БА-204). Небольшое число миндалин (иногда при-

чудливых форм) выполнены кальцитом, несколько большее количество неправильных миндалин до 1,5 мм в длину выполнены тончайшей смесью опала и халцедона. Для базальтов характерна частая пигментация микрокрупинками гидрогетита (краснокаменное изменение наземных базальтов).

В шлифе № БА-204 (рис. 5) черное квадратное зерно в центре представляет собой полную псевдоморфозу гётита по магнетиту. Характерны черные, почти без лейст плагиоклаза каёмки структур закаливания стекла вокруг миндалин (рис. 6).

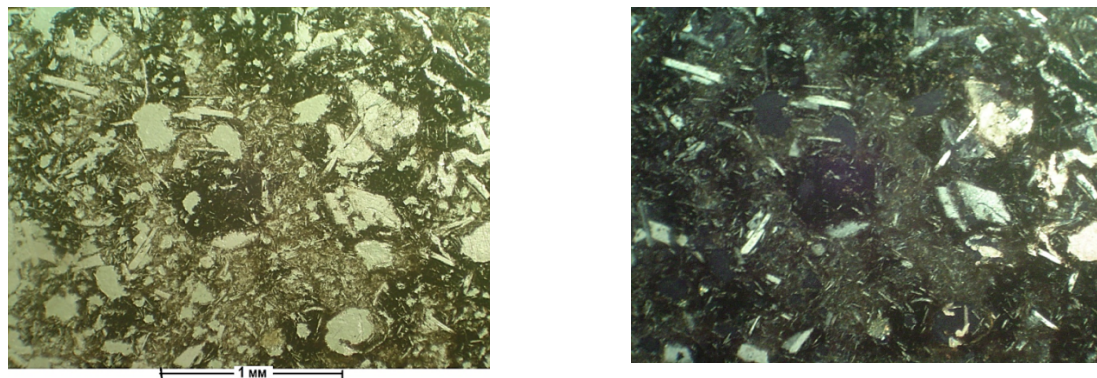


Рис. 5. БА-204. Базальт порфировидный миндалекаменный краснокаменно-изменённый. Слева один николь, справа два

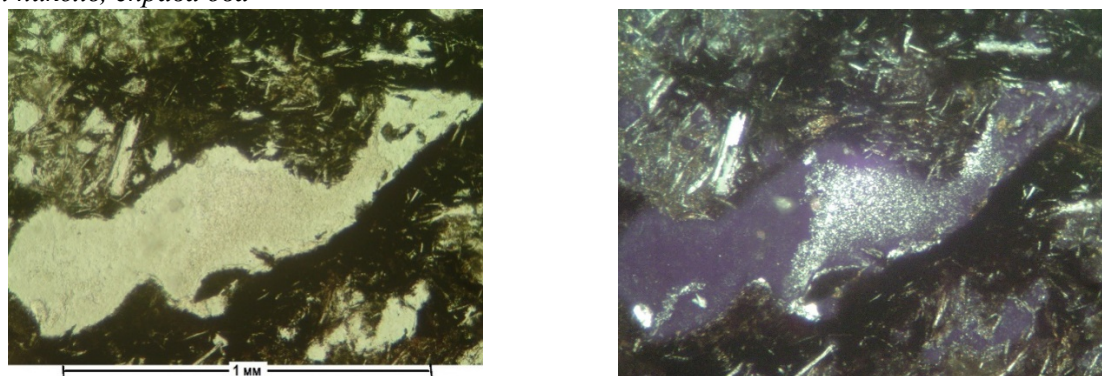


Рис. 6. Базисная гиалопилитовая стекловатая масса 60-65%, порфировидные выделения плагиоклаза 15-20 %, миндалины кальцита 7-10 %, миндалины опала с халцедоном 1-2 %, окислы железа по магнетиту 0,2-0,3 %, лимонитовый пигмент 3-5 %. Слева один николь, справа два

В шлифе № БА-206 (рис. 7) частые округлые минералы кальцита достигают 5-6 мм и выполнены то веерно-лучистым монозерном, то многочисленной группой более мелких таких же образований. Базисная основа породы представлена гиалопилитовой стекловатой массой с пятнисто-неравномерным распределением микролитов плагиоклаза и относительно чи-

стыми псевдоморфозами железистого карбоната по кристаллопорфировым выделениям пироксена, пронизанными микролейстами плагиоклаза (бурое зерно в шлифе). Порода интенсивно пигментирована гидроокислами железа при краснокаменном изменении, придающими ей лилово-бурую окраску.

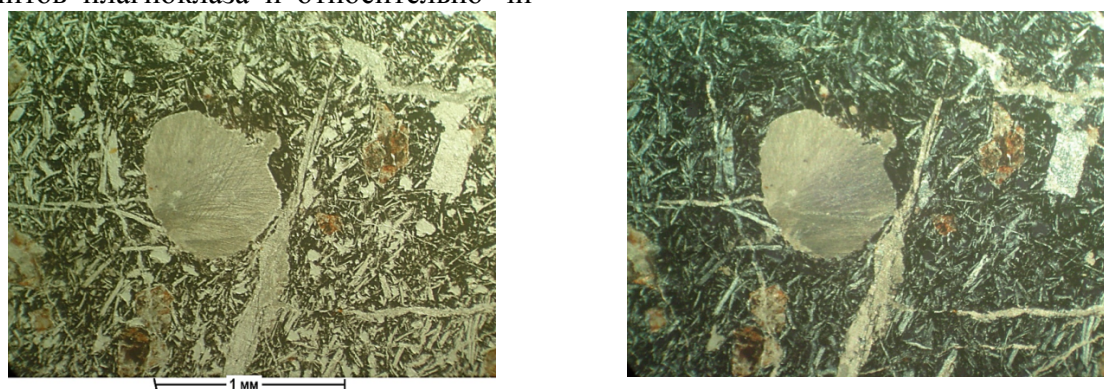


Рис. 7. БА206. Базальт миндалекаменный краснокаменно изменённый. Слева один николь, справа два

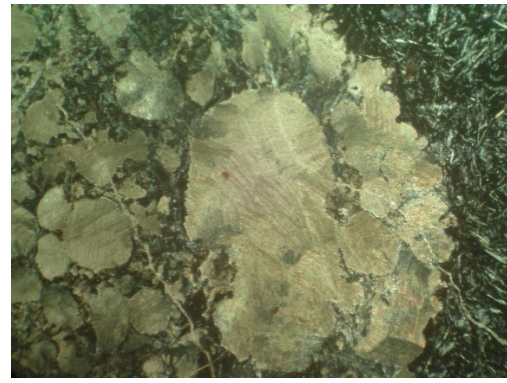
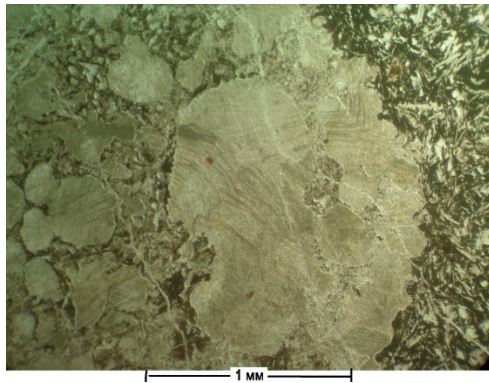


Рис. 8. Гиалопилитовый стекловатый базис 60-65 %, миндалины кальцита 30-35 %, псевдоморфозы железистого карбоната по порфировым выделениям пироксена 1-2 %, гидроокислы железа (пигментно всей массе породы). Слева один николь, справа два

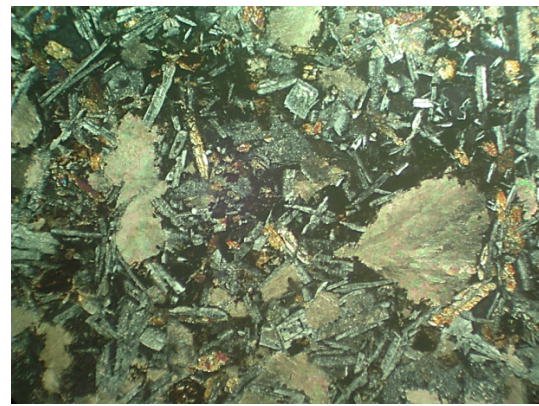
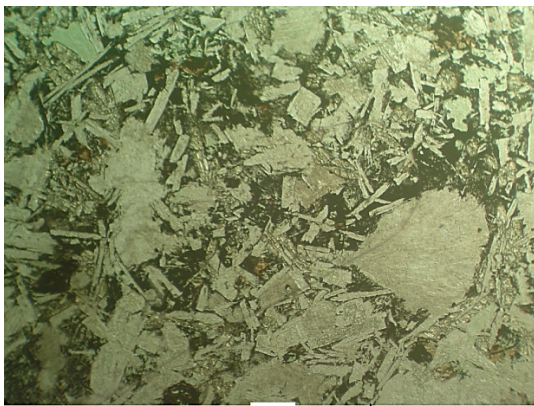


Рис. 9. БА-202. Базальт редкопорфировый миндалекаменный. Слева один николь, справа два николя

В шлифе № БА-202 (рис. 9) на фоне лейкократовой гиалопилитовой основной массы рассредоточены семь порфировых выделений (бывшего) пироксена до 1,25 мм, нацело замещённых железистым карбонатом (бурый кристалл в центре шлифа). Миндалины кальцита, как правило, не крупнее 0,5 мм. Базальт, в том числе и карбонатизированный кристалл пироксена, пересечен тончайшими (волосовидны-

ми) прожилками кальцита. Некоторые миндалины кальцита отличаются сильным удлинением (до 25 мм в длину при толщине в 1-3 мм). Сложены они часто крупнозернистым кальцитом с отчетливым полисинтетическим двойникованием вдоль удлинения миндалины (рис. 10). Многие округлые и линзовидные мелкие миндалины содержат зерна кварца или оторочены с одной из сторон.

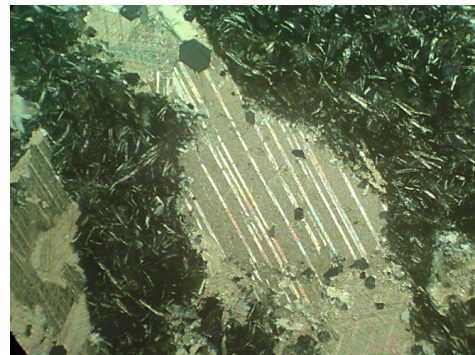
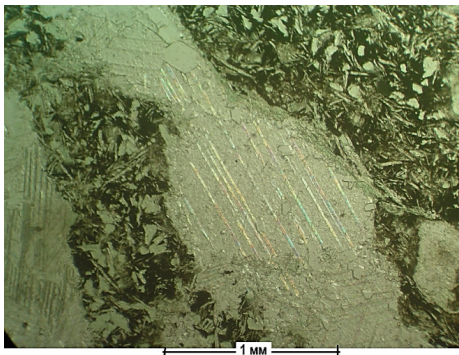


Рис. 10. БА-208. Базальт миндалекаменный с резко удлинёнными миндалинами кальцита до 25 мм в длину. Слева один николь, справа два

Базальты третьей группы (шлифы 101, 102, 106, 203, 304, 305) с гиалопилитовой стекловатой базой в 70-85% и миндалинами кальцита (15-30%) отличаются порфировой структурой и миндалекаменной текстурой с хаотическим распределением округлых и неправильных миндалин, выполненных кальцитом.

Базальты в шлифе БА-203 отличаются наличием относительно крупных таблитчатых выделений плагиоклаза, придающих основной массе порфировый облик (рис. 11). Многие из относительно крупных зерен плагиоклаза интенсивно серицитизированы, тогда как мелкие этим процессом не затронуты. Большое число миндалин выполнено мозаично-

зернистым буроватым (железосодержащим) доломитом с кальцитом в центральной части. Базальтовая порода пересечена тонкими прожилками мелкозернистого кальцита. Около них все мелкие и крупные миндалины доломита замещены кальцитом. Значительно реже базальты отличаются наличием особо крупных (до 10 см в длину) округло-линзоватых миндалин перисто-гранобластового кальцита, частично или полностью оконтуренных зонами закалывания стекла, резко обедненными лейстами плагиоклаза (шл. № БА-107, м-фото 1), тогда как на удалении от миндалин стекловатая масса густо насыщена ими.

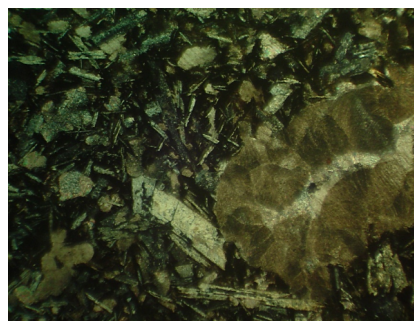
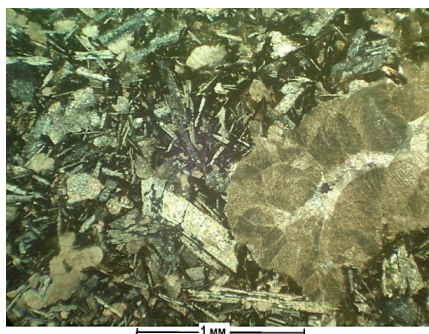


Рис. 11. БА-203. Базальт миндалекаменный с прожилками кальцита. Слева один николь, справа два

Чаще всего в структуре основной непрозрачной черной стекловатой массы выделяются микролиты плагиоклаза двух разновидностей: тонкие до игловидных и чешуйчатых с длиной от 0,005 до 0,3 мм и таблитчатые толщиной до 0,1 мм с длиной до 0,5 мм. Многие из наиболее крупных таблиц плагиоклаза нацело замещены микрозернистым гранобластовым кальцитом. В шлифе БА-101 всего два порфировых выделения (бывшего) пироксена с микропйкилитовой внутренней структурой, частично замещенных железистым карбонатом.

Общей чертой для всех описанных шлифов является обратная связь между содержаниями основной массы и содержанием кальцита: чем больше основной массы вулканитов, тем меньше кальцита, и наоборот. Аналогичная связь фиксиру-

ется в химическом составе кислых эффузивов: с ростом содержания SiO_2 и Al_2O_3 уменьшается количество CaO и, наоборот, чем больше CaO , тем меньше SiO_2 и Al_2O_3 .

Предварительными критериями пригодности пород для получения волокна могут служить их химический и минерально-петрографический состав, текстурно-структурные особенности, вторичные изменения, степень выветрелости, а также физико-химические свойства расплавов, к которым относятся плавкость, вязкость и ее температурная зависимость, химическая однородность и особенности кристаллизации.

Одним из основных показателей пригодности базальтового волокна является модуль кислотности: $(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3) / (\text{CaO} + \text{MgO})$. Причем, чем выше модуль

кислотности, тем более устойчиво волокну к воздействию воды и влаги и, следовательно, тем более долговечно. Однако возрастание модуля кислотности за счет увеличения $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ приводит к повышению температуры плавления, повышению вязкости расплава и понижению производительности выплавки конечного продукта. Опытным путем установлено,

что модуль кислотности должен составлять не менее 1,5-1,8, а для базальтовых однокомпонентных шихт может подниматься до 4,0, а иногда до 5,5-7,0 (Перевозчиков, 2009; Хакбердиев, Хамидов, 2016). Химический состав исследуемых горных пород, определенный методом силикатного анализа в лаборатории ФХМИ ГП «НИИМР», приведен в табл. 2.

Таблица 2. Сопоставительный анализ химического состава сырья с требованиями промышленности

Окислы	1	2	3	4	5
SiO_2	43,0-51,0/47,0	46,0-52,0/49,0	47,5-52,5/50,0	52,0-54,5/53,25	43,61
Al_2O_3	10,0-17,0/13,5	13,0-18,0/15,5	14,0-18,0/16,0	14,0-16,3/15,15	16,33
FeO	10,0-18,0/14,0	8,0-15,0/11,5	7,0-13,5/10,25	4,5-5,5/5,0	5,26
Fe_2O_3				3,5-4,5/4,0	2,85
CaO	8,0-13,0/10,5	6,5-11,0/8,75	8,0-11,0/9,5	8,0-9,0/8,5	10,61
MgO	4,0-12,0/8,0	3,5-10,0/6,75	3,5-8,5/6,0	6,5-7,5/7,0	6,72
K_2O	2,0-5,0/3,5	2,0-6,0/4,0	2,5-6,0/4,25	0,7-1,6/1,65	0,75
Na_2O				3,0-3,5/3,25	3,77
TiO_2	0,2-1,6/0,9	0,2-1,6/0,9	0,2-2,0/1,1	1,3-1,6/1,45	1,08
MnO	0,40	0,5	0,2	Не регламентируется	0,14
SO_3	1,0	0,5	0,2		0,11
п.п.п.	5,0	5,0	4,0		8,83
Мк	4,42-2,72/3,27	5,9-3,33/4,16	5,35-3,62/4,25	4,55-4,29/4,41	3,52

Примечание: 1 – РСТ УССР 5020-80; 2 - ТУ 21 УССР 410-86; 3 –ТУ 21 ГССР 137-84; 4 - ТУ компании SATVIC (КНР); 5 –Бадава (усредненный).

Для предварительной оценки сырья на пригодность получения базальтового волокна определен модуль кислотности – 3,52, лучший для получения базальтового волокна различного назначения. В опубликованной литературе для производства базальтового непрерывного волокна модули кислотности рекомендуются на уровне 4,77-6,82, а разработчики месторождений Берестовское (Украина) и Барнеульское (Грузия) предлагают модули кислотности соответственно 4,0 (3,2-4,9) и 4,3 (3,6-5,4). Помимо этого, химический состав этих месторождений многими геологами принят как эталонный. Магматические породы, близкие к эталонным базальтам по составу и модулю кислотности, могут быть использованы в качестве сырья для производства базальтового волокна как в виде однокомпонентных

шихт, так и с добавками карбонатных пород (Перевозчиков, 2009).

Из табл. 2 видно, что базальтоиды ходжирбулакской свиты по всем компонентам соответствуют требованиям РСТ УССР 5020-80 в качестве сырья из горных пород для производства штапельного волокна, ТУ 21 УССР 410-86 в качестве сырья из горных пород для производства штапельного супертонкого волокна и ТУ 21 ГССР 137-84 как сырье из горных пород для производства непрерывного волокна (за исключением содержания SiO_2).

Работа выполнена по гранту ЁА-13-006 при поддержке Координационного комитета по развитию науки и технологии при кабинете министров Республики Узбекистан.

Библиографический список

Хамидов Р.А. Камнелитейное сырье Восточного и Южного Узбекистана и возможно-

сти его промышленного освоения // Геология и минеральные ресурсы. Ташкент, 2011, №4. С. 28-37.

Перевозчиков Б.В. Предварительный обзор пригодности базитов северной части Тагильской зоны Урала для высокотехнологичного производства базальтового волокна // Вестник Пермского университета. Геология. 2009. Вып. 11. С. 36-45.

Ходжаев Н.Т., Хакбердиев Н.М., Хамидов Р.А., Эргешов А.М. Минерально-сырьевая база камнелитейного сырья Узбекистана и

перспективы ее расширения // Разведка и охрана недр. 2016. № 2. С. 20-25.

Хакбердиев Н.М., Хамидов Р.А. Методологические подходы к выбору и предварительной оценке пригодности пород основного состава для получения базальтового волокна // Материалы Международной научно-технической конференции «Интеграции науки и практики как механизм эффективного развития геологической отрасли Республики Узбекистан». Ташкент, 2016. С. 55-58.

Basalts of the Khodzhibulak Suite and Assessment their Feasibility for Basalt Fiber (Surkhantau Mountains, Southwestern Shoots of the Hissar Ridge)

N.M. Khakberdyev

Mineral resurlar ilmiy-tadqiqot institute Davlat korxonasi, 11a, T. Shevchenko Str., Toshkent 100060, Uzbekistan Republic

The results of preliminary assessment of basalt of the Khodzhibulakskoy Suite of Surkhantau Mountains for the basalt fiber production are presented. According to petrographic study, the rocks are described as basalts of amygdaloidal structure. On the base of content of the amount of glassy form and nodular calcite, three groups of basalts were identified. The inverse relationship between the bulk content of the volcanic rock and the content of calcite: the greater volume of volcanic rocks, the less content of calcite, and vice versa. The basalt material demonstrates average pH module of 3.52.

Key words: Khodzhibulak Suite, Surkhantau Mountains, mineral composition, chemical composition, basalt, basalt fiber.

References

Khamidov R.A. 2011. Kamneliteynoe syryo Vostochnogo i Yuzhnogo Uzbekistana i vozmozhnosti ego promyshlennogo osvoeniya [Rock casting raw material from East and South Uzbekistan and its industrial development]. *Geologiya i mineralnye resursy.* 4:28-37.

Perevozchikov B.V. 2009. Predvaritelnyy obzor prigodnosti bazitov severnoy chasti Tagil'skoy zony Urala dlya vysokotekhnologichnogo proizvodstva basaltovogo volokna [Preliminary usability review of basites of the northern part of the Tagil zone of Urals for high technological production of basalt fiber]. *Vestnik Permskogo universiteta. Geologiya.* 11:36-45. (in Russian)

Khodzhaev N.T., Khakberdyev N.M., Khamidov R.A., Ergeshov. 2016. Mineralno-syryevaya baza kamneliteynogo syrya Uzbekistana I perspektivy eyo rasshireniya [Mineral base of the rock casting materials of Uzbekistan and prospects its expanding]. *Razvedka i okhrana neдр.* 2:20-25. (in Russian)

Khakberdyev N.M., Khamidov R.A., 2016. Metodologicheskie podkhody k vyboru I predvaritelnoy otsenki prigodnosti porod osnovnogo sostava dlya polucheniya bazaltovogo volokna [Methodological approach to selection and preliminary assessment of usability of basic rocks for production of the basalt fiber]. *In Materialy Mezhdunar. nauch.-tech. konf. Integratsiya nauki i praktiki kak mekhanizm effektivnogo razvitiya geologicheskoy otrasli Respubliki Uzbekistan.* Tashkent. pp. 55-58. (in Russian)