

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 1, Number 421 (2017), 37 – 45

V. V. Korobkin¹, I. B. Samatov², A. P. Slussarev², V. L. Levin²,
Zh. S. Tulemissova¹, P. E. Kotelnirov²

¹JSC «Kazakh-British technical university», Almaty, Kazakhstan,²LLP «Institute of the Geological Sciences named after K. I. Satpayev», Almaty, Kazakhstan

BASIC (BASALT) IGNEOUS ROCKS ON THE TERRITORY OF KAZAKHSTAN AND THE POSSIBILITY OF THEIR USE FOR THE PRODUCTION OF MINERAL WOOL FIBERS

Abstract. The geological conditions of raw materials sources for the mineral wool and basaltic fibers production on the territory of a number of Kazakhstan regions were considered. The forecast estimation of reserves and the prospects of facilities for mineral wool production is shown. For this purpose comprehensive geological, mineralogical and petrography study methods of suitable for production non-metallic minerals were carried out. Geological and petrological (parametric) specifications for basic rocks (basalt, gabbro-amphibolites) for the organization of the mineral wool production are given. The features of the geological structure of the selected objects were studied. On this basis, the selection of reference objects for further study was carried out. A comprehensive study of the material composition of rocks is achieved.

Key words: mineral wool and fibers, basalt, diabase, gabbro, amphibolite, geologic petrological characterization, chemical, thermal, X-ray diffraction and microprobe analysis.

УДК 622.85:504.06

В. В. Коробкин¹, И. Б. Саматов², А. П. Слюсарев², В. Л. Левин²,
Ж. С. Тулемисова¹, П. Е. Котельников²

¹АО «Казахстанско-Британский технический университет», Алматы, Казахстан,²ТОО «Институт геологических наук имени К. И. Сатпаева», Алматы, Казахстан

ОСНОВНЫЕ (БАЗАЛЬТОВЫЕ) МАГМАТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ КАЗАХСТАНА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МИНЕРАЛЬНОЙ ВАТЫ И ВОЛОКОН

Аннотация. Рассмотрены природные источники минерального сырья для производства минеральной ваты и волокон из базальтов на территории ряда районов Казахстана. Приведена прогнозная оценка запасов и перспектив объектов для производства минеральной ваты. Для этого были проведены комплексные геологические, минералогические и петрографические исследования возможных источников минерального сырья, пригодных для производства. Даны геолого-петрологические (параметрические) характеристики по основным породам (базальтам, габбро-амфиболитам) для организации производства минеральной ваты. Изучены особенности геологического строения выбранных объектов. На этой основе проведен выбор эталонных объектов для дальнейшего изучения. Выполнено комплексное исследование вещественного состава горных пород.

Ключевые слова: минеральная вата и волокна, базальт, диабаз, габбро, амфиболит, геолого-петрологические характеристики, химический, термический, рентгенодифрактометрический и микрозондовый анализы.

Введение. В Казахстане имеются все необходимые условия для развития производства каменного литья в промышленных масштабах. Это касается в первую очередь производства теплоизоляционных материалов – минеральной ваты (минваты), базальтового волокна и др. Для организации производства базальтовой ваты и волокна используются магматические породы основного состава, такие как базальты, диабазы, габбро, порфириды. С сожалением приходится констатировать, что специализированные геолого-технологические, в том числе, петрологические исследования для организации этого вида производства проводятся в недостаточном объеме. В качестве возможных объектов вполне пригодны месторождения, предназначенные, для добычи строительного (блочного и облицовочного) материала, либо обычного щебня. Следует отметить, что требования к строительному сырью отличаются, от требований к породам для производства минеральной ваты. В результате такое отношение существенно снижает качество продукции каменного литья, что сопровождается в свою очередь и энергетическими затратами на плавление шихты. Всего этого можно избежать, если проводить соответствующее геологическое и минералого-петрографическое изучение намеченных к эксплуатации объектов магматических пород при оценке качества сырья для получения соответствующей продукции [1–3].

Важным направлением при производстве минеральной ваты и волокон является использование горных пород в виде однокомпонентного сырья (без добавок). Для этих целей на обширной площади развития палеозой Казахстана широко развиты поля развития основных магматических пород (базальтов, диабазов, габбро, амфиболитов и др.) различной петрохимической специализации. К ним относятся 1) кембрийские-раннеордовикские океанические и островодужные энсиматические базальты (Жалаир-Найманская, Чингизская, Бозшакольская, Селетинская зоны); 2) средне-верхнеордовикские энсиматические островодужные базальты Степняк-Бетпакалинской, Селетинской, Чингиз-Тарбагатайской, Спасской и др. зон; 3) контрастные по составу вулканические комплексы девонского Центрально-Казахстанского окраинно-континентального вулканоплутонического пояса; 4) контрастные по составу эффузивно-вулканогенные комплексы позднепалеозойского (каменноугольно-пермского) Балхаш-Илийского вулканоплутонического пояса.

Геологическое изучение объектов базальтового сырья должно выяснить степень их однородности, поскольку состав магматических пород в некоторых случаях меняется по разрезу в пределах одного и того же магматического тела. При эксплуатационной разработке таких неоднородных массивов для производства минваты следует учитывать это обстоятельство, поскольку разные партии добытого сырья будут различаться по своему составу и вязкости получаемых из них расплавов, что в конечном итоге приведет к нестабильному качеству производимой продукции.

Для предварительной оценки пригодности магматических пород для производства минваты используются аналитические минералого-петрографические методы.

В Казахстане имеются сырьевые источники для производства базальтовых волокон. Ниже указаны некоторые из этих объектов (таблицы 1, 2).

1. Поля развития ордовикских базальтов и андезибазальтов Степнякской вулканической зоны Северного Казахстана. Сырье ряда месторождений может быть использовано для производства минеральной ваты.

2. Другой не менее интересный объект находится в Центральном Казахстане. Это поля андезибазальтов Спасской зоны, которые сложены базальтами, андезибазальтами, с прослоями туффов байдаулетской свиты среднего-верхнего ордовика.

3. В Южном Казахстане, в Чу-Илийских горах располагаются обширные поля базальтов котасской свиты нижнего девона.

Для производства базальтовых волокон с заданными характеристиками по прочности, химической и термической стойкости, определенными электроизолирующими свойствами, следует использовать базальтовые породы с требуемыми характеристиками по химическому составу и выборочными свойствам [1–5].

Следует отметить, что действующих стандартов или технических условий на сырье, применяемое для каменного литья, не существует. Их пригодность определяется по качеству готовой продукции. К ним относятся различные виды строительных материалов – плиты для дорожного покрытия, плитки для облицовки стен, электрические изоляторы, разнообразные детали для оборудования и аппаратуры в химической промышленности, кислотоупорные трубы и др. С учетом

назначения изделий определяются химический состав, плотность, водопоглощение, стойкость к кислотам, истираемость, а также лимитируется форма и размеры изделий.

В качестве предварительного критерия оценки пригодности магматических пород для литья может служить их химический и петрографический состав, а также структура породы [1, 4, 5]. Наиболее пригодны для каменного литья породы с офитовой и интерсертальной структурами (содержащие 50% основного плагиоклаза), в которых магнезиальный оливин (форстерит) преобладает над авгитом. Лучшими литейными свойствами обладают породы, имеющие следующий химический состав (%): SiO_2 43,5–49,0, Al_2O_3 11,0–20,0, CaO 9,0–16,0, MgO 5,0–11,0, FeO 5,0–13,0, Fe_2O_3 2,0–7,0, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 1,2–5,5. При содержании в породе SiO_2 менее 40 % полученный из них расплав имеет пониженную вязкость, что приводит к образованию стекловатых структур, способствующих растрескиванию изделий при охлаждении. Повышенное содержание в породе SiO_2 и Al_2O_3 делает расплав вязким, трудно кристаллизующимся и в силу этого плохо заполняющим формы.

Таблица 1 – Химический состав базальтов степнякской свиты среднего-верхнего ордовика Северного Казахстана.
Данные любезно предоставлены А. В. и М. М. Шершаковыми

Пробы	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	CO_2
Участок Кешкентай												
1. Базальтовые порфиристы	49,30	0,72	14,87	10,70	7,84	0,18	7,41	11,15	2,01	1,92	0,24	0,20
2. Габбро-амфиболиты	48,18	0,77	15,61	10,47		0,18	7,46	11,72	1,97	1,27		
Участок Жанаталап												
3. Габбро-амфиболиты	45,10	1,23	18,83	12,50	7,75	0,17	5,27	8,80	3,04	2,02	0,43	0,20
4. Габбро-амфиболиты	44,00	1,19	19,23	11,70	7,43	0,15	5,54	10,03	2,75	2,07	0,37	0,26
5. Габбро-амфиболиты	45,23	1,20	19,74	12,11		0,17	5,15	9,80	2,69	1,78		

Методами термического (ТА), рентгенофазового (РФА) и микрозондового анализов определен минеральный состав и термическое поведение природных образований, из которых можно получить качественно новые теплоизоляционные и звукопоглощающие строительные материалы. РФА позволил выявить минеральный состав образцов из кристаллической части исследуемых образований. Результаты этих определений контролировались термическим анализом не только на предмет диагностики кристаллических структур, но и в части выявления аморфной составляющей изучаемых объектов. ТА выполнялся на дериватографе Q-1000/D системы F. Paulik, J. Paulik и L. Erdey фирмы «MOM» (Будапешт). Метод основан на регистрации прибором изменений термохимических и физических параметров вещества, которые могут быть вызваны его нагреванием. Термохимическое состояние пробы описывается кривыми: Т (температурной), ДТА (дифференциальной термоаналитической), ТГ (термогравиметрической) и ДТГ (дифференциальной термической). Последняя из представленных кривых является производной от ТГ-функции. Специально было изучено термическое поведение данных систем, что позволило выявить физико-химические критерии путей формирования высокотемпературных фаз. На этой основе стало возможным проводить оценку относительной значимости тех или иных термомеханических свойств исходных структур и вновь образованных соединений для прогнозирования поведения их за пределами 1300°C.

Рентгенофазовый анализ на полуколичественной основе был проведен на основании дифрактограмм порошковых проб с применением метода равных навесок и искусственных смесей. При этом были определены количественные соотношения кристаллических фаз. Интерпретацию дифрактограмм проводили с использованием данных картотеки ICDD: база порошковых дифрактометрических данных PDF2 (Powder Diffraction File) и дифрактограмм чистых от примесей минералов. Для основных фаз проводили расчет содержания.

В Северном Казахстане основные магматические породы были изучены на опорных участках Жанаталап (1), восточнее одноименного поселка и участке Кешкентай, находящегося западнее в

7 км поселка Степняк. На участке Кешкентай были отобраны массивные (2) базальты, ниже приведены данные их аналитического изучения (таблица 1).

1. По габбро-амфиболитам, отобранным на участке Жанаталап было установлено, что при нагревании от 20 до 1000°C порода ведет себя, как термически инертное вещество, не оставляющее в данном диапазоне температур явно выраженных эффектов. Данный образец представляет собой субстрат из амфиболизированного габбро, в составе которого отсутствуют термически активные компоненты. В качестве исключения к классу подобных образований также следует отнести и конечный член ряда амфиболов – тремолит, хотя в его структуре имеются термически неустойчивые связи, образованные двумя гидроксильными группами. Весовая доля гидратов в химическом составе тремолита настолько мала, что даже весьма чувствительные термогравиметрические кривые TG и DTG не могут должным образом отреагировать на факт удаления ОН из структуры. Ввиду того, что тремолит является единственным водосодержащим представителем широкого ряда амфиболов, его можно встретить в составах обширной группы габбро-амфиболитов.

В испытываемом диапазоне температур изучаемая порода теряет свой вес на 2,7%. Потеря массы вызвана выбросом в атмосферу 1,2% воды, 1,35% диоксида углерода, а также сублимацией тонкодисперсной части продукта обжига (0,15%). Дегидратация пробы протекает в интервалах 60-200, 200-470 и 470-570°C. Она связана с разложением глинистого вещества (4%). Удаление же CO_2 из системы осуществляется в промежутках 570-670 и 670-860°C. В этом диапазоне температур совместно разлагается остальная часть термически активной примеси – доломит (1,5%) и кальцит (1,4%). Выход в атмосферу H_2O , ОН и CO_2 из-за диссоциации указанных минералов сопровождается весьма малыми потерями энергии, которые в ряде случаев компенсируются тепловыми выбросами при экзотермических превращениях глинистой части примесей в муллит и кристобалит. Поведение исследуемой породы при нагревании в диапазоне 20-1000°C, свидетельствует об отсутствии каких-либо существенных энергетических затрат, связанных с преобразованиями компонентов системы. Вся энергия нагрева в указанном интервале температур целиком направлена на плавление исследуемого субстрата, которое осуществляется за пределами 1000°C.

Другим энергосберегающим фактором для габбро-амфиболита, в условиях подъема температуры до 460°C, является монотонное снижение его теплоемкости. Об этом свидетельствует неизменный рост ординаты DTA-кривой. Далее, в пределах 460-700°C данная кривая, отражает состояние потока противоположно направленной теплоты, исходящего от двух эндотермических реакций, протекающих в глинистых примесях образца. Завершается процесс убыли энтальпии в области 870°C. После этого, утраченная теплоемкость системы восстанавливается сначала (при 870°C) до уровня в 0,33 части прежней величины, затем (при 1000°C) – достигает значения 0,35 соответствующих единиц. Изменения этих параметров в окрестностях указанных температур сопровождается уменьшением ординаты DTA-кривой.

В итоге, в пределах испытываемых температур теплосодержание габбро-амфиболита снижается до 0,65 частей начального уровня. Качественно другие свойства нагреваемого образца отмечают кривые TG и DTG, кривизна которых в каждый момент времени косвенно подчинена монотонно меняющейся температуре, и напрямую связана с меняющейся массой испытываемой навески. Так в пределах 60-200°C из системы выносятся поровая вода (0,4%), а в промежутке 200-570°C удаляется гидроксильная вода, сначала в количестве 0,35 затем – 0,45%. В этом температурном интервале происходит обезвоживание тремолита и мусковита. Дальнейшую потерю веса образцу обеспечивают карбонаты кальция и магния. В пределах температур 670-870°C отмечен выброс в атмосферу две порции летучего вещества (0,45–0,90%).

2. Массивные базальты с участка Кешкентай, в условиях динамического нагрева в воздушной среде претерпевают ряд изменений, связанных с диссоциацией водосодержащих компонентов. Порошковая проба в интервале температур 20-1000 °C поэтапно теряет воду в той температурно-весовой зависимости, в которой прослеживается траектория TG-кривой. Особенности термического поведения породы, в наблюдаемом сочетании масс вмещающих минералов, во многом предопределены процессами обезвоживания ее компонентов. Реакции дегидратации системы в той или иной форме (по морфологии DTA-, DTG- и TG-линии) характеризуют структурное состояние минералов, отдавших воду.

Рентгенофазовый анализ фиксирует в образце четко выраженные рефлексы хорошо окристаллизованных структур кремнистых минералов, клинохлора, мусковита, плагиоклаза и оленита. РФА не установлено в образце фрагментов структуры каолинита. Тогда как, термический анализ в силу многокомпонентности анализируемой системы, диагностирует большей частью каолинит. ТА на фоне тепловых помех, вызванных мусковитом, хлоритом и оленитом, зафиксировал типичные для каолинита два эффекта. Это хорошо проявленные эндотермический (405-575°C) и экзотермический (745-815°C) пики.

Все диагностированные компоненты породы после термического обезвоживания частично спекаются, образуя при температуре 1000°C плотно сбитую массу темно-бордового цвета. Из сказанного следует, что полное спекание шихты произойдет при прокаливании более тонкой фракции (< 0.01 мм) образца или при температурах выше 1000°C.

Таким образом, обнаруженный в составе базальтов хлорит, мусковит и каолинит в ассоциации с плагиоклазами основного ряда, образуют сырье, пригодное для производства теплоизоляционных строительных материалов.

В Центральном Казахстане, в 25 км южнее г. Караганда (район пос. Спасский завод) были отобраны образцы андезибазальтов и туфов байдаулетской свиты среднего-верхнего ордовика. Проведенный термический анализ выявил при нагревании шихты ряд проявлений эндотермического характера и один явно выраженный экзотермический эффект при 775°C.

Потери веса породы прокаливания составили 5,7%. Каждый выброс в атмосферу летучих компонентов системы сопровождается пиком на DTG-кривой, интенсивность этого процесса обусловлена количеством потери массы и продолжительностью протекания реакции, т.е. длиной температурного интервала.

Таблица 2 – Данные рентгеноспектрального анализа, ТОО Центральной лаборатории «ГеоАналитика»

Пробы	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	п.п.п.
Центральный Казахстан, Южнее Караганды, 25 км, Участки Карагандинский и Спасский завод											
Андезиты, нижнего девона	3,75	5,34	14,70	57,20	0,22	0,24	6,90	0,79	0,09	7,46	3,31
Базальты, байдаулетской свиты	3,55	5,56	19,31	52,81	0,26	0,24	1,18	1,38	0,26	10,20	5,25
Южный Казахстан, Чу-Илийские горы, урочище Андыркен-Акчоку											
Миндалекаменные базальты, коктаасской свиты	3,40	4,05	18,12	54,16	0,34	0,24	3,73	1,90	0,11	9,68	4,27
Массивные базальты, коктаасской свиты	3,97	4,21	14,32	55,41	0,27	0,39	6,35	1,53	0,11	7,83	5,61

Все фиксируемые реакции протекали в тех температурных интервалах, в которых обычно разлагаются глинистые минералы. Эти данные хорошо согласуются с морфологией DTA- и DTG-кривых в соответствующих диапазонах температур. Следовательно, все этапы потери веса в температурном диапазоне 60-1000°C были вызваны процессами обезвоживания глинистых минералов. Согласно анализу траекторий кривых в исследуемых участках температур, в составе туфа были выявлены следующие термически активные минералы: гетит – 1,1%, мусковит – 5%, хлорит – 35% и каолинит. Содержания этих минералов в пробах были определены по их стехиометрии и результатам соответствующего обезвоживания.

Наиболее показательной, в отношении энергоемкости, термической реакцией рассматриваемой системы, является процесс обезвоживания, протекающий в пределах 415-595°C. Дегидратация, происходящая в этом промежутке температур, вызвана диссоциацией глинистого минерала. За эндотермическим процессом в системе интенсивно протекает экзотермическая реакция (760-825°C), и эти два противоположных по знаку процесса следует отнести к деструкции каолинита. Согласно потере веса каолинита в указанном промежутке температур, и учету элементных соотношений масс в его структуре, количество данного минерала в пробе соответствует 13.7%.

Рентгенофазовый анализ изучаемой породы не обнаружил явного присутствия в ней каолинита, в силу отсутствия на дифрактограмме явно выраженных каолиновых рефлексов. Из этого следует, что аморфизованная структура указанного глинистого минерала имеет низкую степень

совершенства и представлена весьма тонкой фракцией. Данное обстоятельство не может служить главной помехой для термического формирования муллита на основе полу аморфного субстрата каолинита. Об этом свидетельствует развитие в окрестностях 775°C экзотермического эффекта, который связан образованием в системе новой фазы (муллита).

Наряду с гетитом и тремя типами глинистых минералов, термическим анализом установлено наличие в пробе кремнезема (халцедона). Диагностика данного минерала осуществлялась при нагревании не только самого исходного образца, но и продукта его прокаливании, с тем, чтобы освободить слабо выраженный эффект полиморфного превращения диоксида кремния от теплового фона, вызванного дегидратацией каолинита. Выявленный таким способом эндотермический пик на ДТА-кривой, позволил по интенсивности эффекта оценить количество кварца, которое составило около 30% от массы испытываемой пробы.

В качестве других силикатных и кремнистых компонентов породы состоит из плагиоклаза (~ 10%) и оленита (~ 5%), содержание которых установлено с привлечением контрольных рентгенофазовых определений.

Таким образом, данные инструментальных определений выявили в исследуемой породе наличие – 45% безводных кремниевых образований (плагиоклаза, кремнезема и оленита) и 55% каолинита, хлорита, мусковита и гетита. При прокаливании до 1000°C указанный комплекс образует полуспекшуюся уплотненную массу бордового цвета. Дальнейшее исследование покажет, какие наименьшие пределы температур и степень измельчения шихты необходимы и достаточны для получения первой фазы стеклования шихты.

Судя по геологическим данным, и структурно-текстурным признакам породы байдаулетской свиты [6, 7], подверглись интенсивным динамометаморфическим преобразованиям в условиях многоэтапных шовных деформаций. В итоге наложение динамометаморфизма привело к частичному изменению первичного состава породы. Тем не менее, эти породы находящиеся в шовной зоне пригодны в качестве сырья для производства минваты.

В юго-восточной части Чу-Илийских гор, урочище Андыркен-Акчоку были изучены массивные и миндалекаменные базальты коктаасской свиты нижнего девона (таблица 2–4).

Таблица 3 – Микронзондовый анализ – химический состав массивных базальтов коктаасской свиты (все результаты в весовых %)

Спектр	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	Итог
Спектр 1	4,38	3,55	15,32	53,00	0,82	1,84	3,76	1,63	0,07	15,62	100,00
Спектр 2	5,01	3,73	16,60	56,06	0,23	2,07	4,71	1,49	0,25	9,85	100,00
Спектр 3	4,95	3,91	15,46	55,60	0,36	1,90	5,48	1,70	0,15	10,49	100,00
Среднее	4,78	3,73	15,79	54,89	0,47	1,94	4,65	1,61	0,16	11,99	100,00

Таблица 4 – Микронзондовый анализ – химический состав миндалекаменных базальтов коктаасской свиты (все результаты в весовых %)

Спектр	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	Итог
Спектр 1	4,46	3,75	16,89	53,63	0,81	1,60	7,08	1,45	10,33	4,46	100,00
Спектр 2	4,93	4,43	16,56	52,19	0,80	1,26	6,39	1,44	12,00	4,93	100,00
Спектр 3	5,19	3,98	16,45	52,49	0,80	1,17	6,24	2,14	11,54	5,19	100,00
Среднее	4,86	4,05	16,63	52,77	0,80	1,34	6,57	1,68	11,29	4,86	100,00

В миндалекаменном базальте при нагревания до 1000°C термические кривые отражают серию проявлений вызванных выбросом в атмосферу газообразных веществ (H₂O, OH и CO₂). Молекулярная вода обрывает связи с глинистыми включениями породы в пределах 60-200°C. Гидроксильная вода уходит в два этапа – в пределах 200-270 (деструкция гетита) и 270-510°C (диссоциации гидрослюда и хлорита). В конце термического преобразования происходит эндотермическая реакция разложения кальцита (в интервале 610-705°C). Термически активные минералы в породе по данным проведенного анализа представлены: гетитом (~ 1,1%), гидрослюдами (~ 5,9%),

кальцитом (~ 6,8%) и хлоритом (~ 13,1%). Количество кремнезема составляет ~ 30%. Главную же часть породы до 40%, составляют термически инертные минералы.

Рентгенофазовые определения подтвердили результаты термического анализа, полученные по составу исследуемой породы. Микронзондовый анализ исследуемого объекта дал исчерпывающую информацию о полном соответствии его элементного состава и оксидной части породы с химическим наполнением минералов.

Массивный базальт дает при нагревании те же эффекты, что и в предыдущем образце. Природа термических разложений компонентов обеих сравниваемых проб в соответствующих пределах температур попарно одинакова. Незначительным отличием в термическом поведении указанных образцов служит лишь некоторые несовпадения отрезков времени и температурных интервалов деструкции отдельных компонентов пробы, что привело к отклонениям расчетных показателей системы относительно ее минерального содержания.

По морфологиям ДТА- и DTG-кривых качественно установлен минеральный состав пробы, а по показаниям TG-линий выявлены потери веса, позволившие количественно определить состав диагностируемой пробы, а именно: 1) согласно данным ТА и контрольным рентгенометрическим измерениям, содержание кварца определялось полуколичественно, по интенсивности слабозавитого эндотермического эффекта полиморфного перехода SiO_2 из одной модификации (α -кварца) в модификация β -кварца; 2) количество термически инертных минералов устанавливалось по остаточному принципу.

Рентгеновские данные по минеральному составу исследуемого образца находятся в должном соответствии с результатами термического определения. Некоторые отклонения в показателях минерального содержания, полученных указанными методами, связано с особенностями методологии производства рентгенофазового и термического анализов. Результаты микронзондового анализа по определению химического и оксидного состава пробы, также соответствуют химическому составу диагностируемого объекта. Все приведенные дифракционные пики принадлежат только указанным выше фазам. Отмечены характерные дифракционные рефлексы, позволяющие провести идентификацию присутствующих фаз.

Следующий этап изучения получения минваты связан с плавлением и гомогенизацией расплава, которые проходят при высоких температурах (до 1450°C). Далее технологии переработки базальтовых волокон в материалы и изделия не связаны высокотемпературными процессами и производятся с применением «холодных переработок». В технологическом процессе производства базальтовых тонких волокон существует два энергоемких цикла производства – плавление базальта и раздув первичных волокон высокотемпературным потоком. Таким образом, производства базальтовой ваты являются по своей сути энергосберегающими и экологически чистыми [6-8]. Такие технологические испытания проводятся нами на высокотемпературной печи марки Nabertherm, LHT 04/16, 2015. Были получены базальтовые волокна, которые представляют собой слои волокон, перепутанных и скрепленных между собой в виде агрегата базальтовой ваты. На основе базальтовых волокон возможно производство тепло- и звукоизоляционные материалов, таких как, маты, прошивные маты, холсты, картон, мягкие и жесткие плиты.

Волокна из базальтов обладают высокой прочностью, стойкостью к воздействию агрессивных сред, долговечностью, электроизоляционными свойствами, производятся из природного экологически чистого сырья. Поэтому базальтовые волокна имеют необычайно высокую перспективу применения в промышленности, строительстве, энергетике [3-6]. Технологии производства базальтовых волокон и особенно непрерывных волокон, достаточно новы, имеют ряд новых принципиальных особенностей, связанных с исходным сырьем, которым являются базальты. Для каждого типа базальта необходимы свои особые технологические режимы и параметры производства волокон.

До недавнего времени в Казахстане не уделяли должного внимания исследованию базальтовых пород, как исходного сырья для производства минеральных волокон и ват. Большей частью базальты рассматривали, как щебень для дорожного строительства, в том числе для отсыпки железнодорожных насыпей, полотен автомобильных дорог, наполнителя для бетона. Стоимость базальтового сырья низкая, как и цена щебня. Анализ имеющихся данных по химическим составам показал, что во многих регионах Казахстана имеются залежи базальтов пригодных для производ-

ства базальтового волокна. Запасы базальтов в каждом из регионов составляют многие десятки миллионов тонн.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы МОН РК, по приоритету: «Рациональное использование природных ресурсов, переработка сырья и продукции; прикладные научные исследования», по теме: «Разработка технологии производства легких заполнителей для бетонов из отходов переработки магматических пород и производство теплоизоляционных материалов из минерального сырья», № 324 от 13 мая 2016 г.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] ГОСТ 4640-2011 «Вата минеральная. Технические условия». Mineral wool. Specifications. Дата введения 2012-07-01. – М.: Стандартинформ, 2012.
- [2] Природные облицовочные камни Казахстана. Справочник. – Т. II. – Алматы, 2000. – 150 с.
- [3] Горлов Ю.П., Меркин А.П. Устенко А.А. Технология теплоизоляционных материалов. – М.: Стройиздат, 1980. – 364 с.
- [4] Кутюлин В.А., Широких В.А. Минеральное сырье Сибири для производства базальтовой ваты и пеностекла // Доклады X Всероссийской научно-практической конференции. – Бийск, 2010. – С. 17-20.
- [5] Кутюлин В.А., Широких В.А. Исследование возможности использования пылевидных отходов переработки гранитных пород для производства минеральной ваты // Технологическая платформа «Твердые полезные ископаемые: Технологические и экологические проблемы отработки природных и техногенных месторождений: II междунаучно-практ. конф. 2–4 декабря 2015 г.: сб. докл. – Екатеринбург: ИГД УРШ РАН, 2015. – С. 26-32.
- [6] Геологическое строение Казахстана. – Алматы, 2000. – 396 с.
- [7] Коробкин В.В. Классификация и структурно-вещественные признаки деформированных пород главных сутурных зон палеозой Казахстана // Тектоника земной коры и мантии. Тектонические закономерности размещения полезных ископаемых. Материалы XXXVIII тектонического совещания. – М., 2005. – С. 134-137.
- [8] Горьайнов К.Э., Горьайнова С.К. Технология теплоизоляционных материалов и изделий. – М.: Стройиздат, 1982. – 374 с.
- [9] Шульгин В.В. Неавтоклавный газобетон на основе местных материалов // Проектирование и строительство в Сибири. – 2003. – № 4(16). – С. 21-24.
- [10] Персиков Э.С. Вязкость магматических расплавов. – М.: Наука, 1984. – 160 с.

REFERENCES

- [1] GOST 4640-2011 «Vata mineral'naja. Tehnicheskie uslovija». Mineral wool. Specifications. Data vvedeniya 2012-07-01. M.: Standartinform, 2012.
- [2] Prirodnye oblicovochnye kamni Kazahstana. Spravochnik. Vol. II. Almaty, 2000. 150 p.
- [3] Gorlov Ju.P., Merkin A.P. Ustenko A.A. Tehnologija teploizoljacionnyh materialov. M.: Strojizdat, 1980. 364 p.
- [4] Kutolin V.A., Shirokih V.A. Mineral'noe syr'e Sibiri dlja proizvodstva bazal'tovoj vaty i penostekla // Doklady X Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Bijsk, 2010. P. 17-20.
- [5] Kutolin V.A., Shirokih V.A. Issledovanie vozmozhnosti ispol'zovaniya pylevidnyh othodov pererabotki granitnyh porod dlja proizvodstva mineral'noj vaty // Tehnologicheskaja platforma «Tverdye poleznye iskopaemye: Tehnologicheskie i jekologicheskie problemy otrabotki prirodnyh i tehnogennyh mestorozhdenij: II mezhd. nauchno-prakt. konf. 2–4 dekabrja 2015 g.: sb. dokl. Ekaterinburg: IGD URShh RAN, 2015. P. 26-32.
- [6] Geologicheskoe stroenie Kazahstana. Almaty, 2000. 396 p.
- [7] Korobkin V.V. Klassifikacija i strukturno-veshhestvennye priznaki deformirovannyh porod glavnyh suturnykh zon paleozoid Kazahstana // Tektonika zemnoj kory i mantii. Tektonicheskie zakonomernosti razmeshhenija poleznyh iskopaemyh. Materialy HHHVIII tektonicheskogo soveshhanija. M., 2005. P. 134-137.
- [8] Gorjajnov K.Je., Gorjajnova S.K. Tehnologija teploizoljacionnyh materialov i izdelij. M.: Strojizdat, 1982. 374 p.
- [9] Shul'gin V.V. Neavtoklavnyj gazobeton na osnove mestnyh materialov // Proektirovanie i stroitel'stvo v Sibiri. 2003. N 4(16). P. 21-24.
- [10] Persikov Je.S. Vjazkost' magmaticheskikh rasplavov. M.: Nauka, 1984. 160 p.

**В. В. Коробкин¹, И. Б. Саматов², А. П. Слосарев², В. Л. Левин²,
Ж. С. Тулемисова¹, П. Е. Котельников²**

¹АҚ «Қазақстан-Британ техникалық университеті», Алматы, Қазақстан,

²ЖШС «К. И. Сәтбаев атындағы геологиялық ғылымдар институты», Алматы, Қазақстан

**ҚАЗАҚСТАННЫҢ НЕГІЗГІ (БАЗАЛЫТ) МАГМАЛЫҚ ТАУ ЖЫНЫСТАРЫ
ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ МИНЕРАЛДЫ МАҚТА ЖӘНЕ ТАЛШЫҚТАР ӨНДІРУГЕ АРНАЛҒАН
КЕЛЕШЕК ПАЙДАЛАНУЫ**

Аннотация. Қазақстанның аумағындағы бірқатар аудандарда базальттан жасалынған минералды мақта және талшықтар өндіру үшін шикізат көздерінің геологиялық шарттары қаралынды. Минералды мақтаны өндіру үшін қорлар мен перспективті объектілердің болжамды бағалауы берілген. Өндірісі үшін жарамды металл емес пайдалы қазбалардың негізгі түрлерінің кешенді геологиялық, минералогиялық және петрографиялық зерттеу әдістері өткізілді. Минералды мақтаның өндірісін ұйымдастыру үшін негізгі тау жыныстар бойынша (базальт, габбро-амфиболит) геологиялық-петрологиялық (параметрлік) сипаттамалары берілген. Таңдалған объектілерінің геологиялық құрылысының ерекшеліктері зерттелінген. Осы негізде болашақ зерттеу үшін эталонды объектілердің таңдауы жасалған. Тау жыныстарының заттық құрамының кешенді зерттеуі жасалған.

Түйін сөздер: минералды мақта және талшықтар, базальт, диабаз, габбро, амфиболит, геологиялық-петрологиялық сипаттамалары, химиялық, термикалық, рентгенодифрактометриялық және микрозондық талдаулар.