

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ АНДЕЗИБАЗАЛЬТОВЫХ ВОЛОКОН НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫХ И ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ

Ниязова Шохиста Мансуралиевна

*мл. науч. сотр., Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Кадырова Зулайхо Раимовна

*д-р хим. наук, проф., Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: kad.zulayho@mail.ru*

Усманов Хикматулла Лутпуллаевич

*канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,
Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Хомидов Фахриддин Гафурович

*докторант, Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

DEVELOPMENT OF COMPOSITIONS OF ANDEZIBASALT FIBERS BASED ON MINERAL RAW MATERIALS AND SECONDARY RESOURCES

Shokhista Niyazova

*Junior scientific employee of the Institute of General and Inorganic Chemistry
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Zulaykho Kadyrova

*doct. chem. sciences, prof. Institute of General and Inorganic Chemistry,
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Hikmatulla Usmanov

*cand. techn. sciences, senior Scientific Institute of General and Inorganic Chemistry,
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Fakhriddin Khomidov

*doctoral candidate at the Institute of General and Inorganic Chemistry,
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты исследований по разработке опытных шихтовых масс для получения минеральных волокон на основе композиции «андезибазальт – шлак – доломит» и физико-химические свойства полученных волокон. Показано, что добавление 20 масс.% металлургического шлака в состав шихты снижает температуру плавления на 100–150 °С. Следует отметить, что испытания оптимальных составов при высоких концентрациях агрессивных сред, потеря веса в испытуемых опытных образцах находятся в пределах допустимого, указанных во многих источниках. Установлено, что исследуемый андезибазальт Карахтайского месторождения является перспективным сырьевым материалом для получения теплоизоляционных материалов различного назначения.

ABSTRACT

The article presents the results of studies on the development of experimental charge masses for the production of mineral fibers based on the composition “andesibasalt – slag – dolomite” and the physicochemical properties of the obtained fibers. It is shown that the addition of 20 wt.% Metallurgical slag to the composition of the charge reduces the melting temperature by 100–150 °C. It should be noted that tests of optimal compositions at high concentrations of aggressive

media, weight loss in the tested experimental samples are within acceptable limits indicated in many sources. It has been established that the studied andesite basalt of the Karakhtay deposit is a promising raw material for the production of heat-insulating materials for various purposes.

Ключевые слова: волокно, андезибазальт, теплоизоляционный материал, физико-химические свойства, модуль кислотности, вязкость, температура, химическая устойчивость.

Keywords: fiber, andesibasalt, heat-insulating material, physicochemical properties, acidity modulus, viscosity, temperature, chemical stability.

Введение

В настоящее время в нашей стране придается огромное значение проблеме создания и внедрения новых технологий по выпуску энергосберегающих и импортозамещающих видов продукции. Такие инновационные производства обеспечивают рациональное и комплексное использование природных ресурсов, что является одним из наиболее важных аспектов экономической и хозяйственной политики нашего государства. В связи с этим одним из путей скорейшего решения проблемы является разработка и освоение эффективной технологии производства волокон для получения теплоизоляционных материалов на основе сырьевых ресурсов Узбекистана, обладающих комплексом высоких физико-химических и эксплуатационных свойств.

Цель исследования

Определение пригодности и комплексное исследование природного сырья и вторичных ресурсов для получения расплава волокна с низкой температурой плавления и высокими технологическими свойствами.

Материалы и методы исследований

В качестве объектов исследования выбраны магматическая порода андезибазальт Карахтайского месторождения, доломит Гулмамасайского месторождения и шлаковый отход Узбекского металлургического комбината, химические составы которых приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Результаты химического анализа сырьевых компонентов

Наименование сырья	Содержание оксидов в масс. %								ППП, мас. %
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	Na ₂ O+K ₂ O	SO ₃	
Андезибазальт Карахтайский	58,89	16,48	5,91	–	4,60	2,97	4,14	0,70	6,31
Доломит Гулмамасайский	1,80	2,11	1,61	–	30,12	17,52	1,44	0,49	45,40
Шлак «Узметкомбинат»	31,81	7,18	21,39	1,67	24,87	8,25	1,03	1,36	2,44

Для определения фазового состава исследуемых андезибазальта и доломита, а также металлургического шлака нами использован рентгенографический метод. Дифракционные картины были получены по методу порошка на установке Bruker AXS D8-Focus, ДРОН-4,0 на CuK α - и CoK α -излучении Ni-фильтром. Съемка рентгенограммы осуществлялась в основном при скорости 2 град/мин. На полученных рентгенограммах андезибазальта наблюдаются присутствие дифракционных максимумов, соответствующие минералам: кварца ($d = 0,424; 0,334; 0,245; 0,228; 0,223; 0,212$ нм); хлорита ($d = 1,421; 0,710; 0,586; 0,473; 0,424; 0,385; 0,376; 0,366; 0,354; 0,334; 0,298; 0,284$ нм); альбита ($d = 0,636; 0,402; 0,385; 0,298; 0,284; 0,276; 0,254; 0,252; 0,245; 0,238; 0,228$ нм) и в незначительном количестве кальцита ($d = 0,385; 0,302; 0,284$ нм) [6].

Данные рентгенофазового анализа подтверждают результаты химического анализа о высоком содержании карбонатов кальция и магния в сырье. На рентгенограмме доломита идентифицируются все дифракционные отражения доломита ($d = 0,368; 0,288; 0,266; 0,206; 0,201; 0,156$ нм), кварца ($d =$

$0,334; 0,226; 0,222; 0,217; 0,212$ нм) невысокой интенсивности и отмечаются слабоинтенсивные линии кальцита ($0,332; 0,302; 0,226; 0,212; 0,190$ нм) и глинистых минералов ($0,761; 0,321$ нм).

Результаты рентгенофазового анализа пробы шлаков в основном состоят из минералов оккерманита $2CaO \cdot MgO \cdot SiO_2$, смешанного во всех отношениях с геленитом $2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$, образуя серию твердых растворов с присутствием гематита ($d = 0,269; 0,251; 0,184; 0,169; 0,148; 0,130$ нм), а также меллита с дифракционными максимумами ($d = 0,442; 0,371; 0,306; 0,239; 0,229; 0,177; 0,175$ нм) и мервинита с дифракционными максимумами ($d = 0,292; 0,284; 0,281; 0,273; 0,274; 0,276; 0,241; 0,226; 0,220; 0,203$ нм) и минерала вюстита с дифракционными линиями ($d = 0,253–0,247; 0,219–0,214; 0,153$ нм) [3].

Дифференциально-термический анализ исследуемого андезибазальта и доломита регистрировали на дериватографе системы Паулик-Паулик-Эрдей со скоростью 10 град/мин и навеской 0,130 г при чувствительности гальванометров $T = 1000$ °C, ТГ-200 ДТА-1/10, ДТФ-1/10. Затем проводили термический анализ при нормальных атмосферных условиях.

Держателем служил платиновый тигель с диаметром 10 мм без крышки. В качестве эталонов использовали Al_2O_3 . Полученные результаты дифференциально-термического анализа проб андезибазальта показали, что на кривой нагревания образца андезибазальта обнаружили четыре эндотермических эффекта при температурах 86, 133, 164, 774 °С, связанные с удалением гигроскопической, абсорбированной и кристаллизационной воды. Появление трех экзотермических эффектов при температурах 360, 487 и 660 °С связано с окислением и выгоранием органических веществ, а также разрушением структуры минерала андезибазальта и перекристаллизацией аморфных продуктов разложения минералов магматической породы. Появление термических эффектов обусловлено уменьшением массы. Общая потеря массы в диапазоне температур 60–900 °С по кривой термогравиметрии составляет 6,93 % [6].

На кривой нагревания образца доломита обнаружены четыре эндотермических эффекта при 150, 310, 410, 890 °С и два экзотермических эффекта при 711 и 770 °С. Первые три эндотермических эффекта протекают в интервалах температур 70–160, 160–350, 350–522 °С, и потери массы составляют 0,77; 1,59; 0,40 % соответственно. Последующие два экзотермических эффекта также сопровождаются уменьшением массы. В диапазонах температур 522–742; 742–820 °С убыль массы составляет 3,57 и 6,59 % соответственно. Характер последнего эндотермического эффекта обусловлен интенсивным разложением карбонатов с образованием оксида кальция и магнезия. Уменьшение массы в интервале температуры 820–918 °С по кривой ТГ составляет 32,54 %. Общая потеря массы в диапазоне 70–918 °С составляет 46,48 %.

Результаты исследования и обсуждение

Из литературных данных [6; 1] известно, что предварительную оценку пригодности сырья для выработки минеральных волокон проводят по исходному химическому составу, от которого зависят их модуль кислотности (Мк), модуль вязкости (Мв) и технологические свойства расплава. Показатель модуля вязкости оказывает существенное влияние на весь технологический процесс, начиная от гомогенизации расплава и заканчивая формированием волокна.

В ходе проведения научно-исследовательских работ авторов [6; 5] для получения штапельных и тонких непрерывных волокон могут использоваться породы с модулем кислотности выше 1,2. Известно, что при производстве минеральных ват величина по требованию ГОСТ 4640–2011 (Мк) сырья или сырьевой композиции не должна превышать 2,0. Однако модуль кислотности для базальтовых однокомпонентных шихт должен составлять значение больше <4,0, а иногда до 5,5–7,0. Наиболее оптимальным считается химический состав, где значение модуля кислотности составляет 3,0–7,0 [2; 4].

Исходя из этого, для улучшения гомогенизации, снижения температуры плавления, уменьшения вязкости расплава и повышения прочности волокна на основе Карахтайского андезибазальта с использованием шлаков «Узметкомбината» и Гулмамасайских доломитов были приготовлены ряд опытных составов в тройной системе на их основе, шихтовые составы которых приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Составы шихт на основе тройной композиции «андезибазальт – шлак «Узметкомбинат» – доломит Гулмамасай»

Наименование образцов	Состав шихт, масс %			Наименование образцов	Состав шихт, масс.%		
	Андезибазальт	Шлак	Доломит		Андезибазальт	Шлак	Доломит
АШД-1	85	10	5	АШД-10	70	25	5
АШД-2	85	5	10	АШД-11	70	20	10
АШД-3	80	15	5	АШД-12	70	15	15
АШД-4	80	10	10	АШД-13	70	10	20
АШД-5	80	5	15	АШД-14	65	30	5
АШД-6	75	20	5	АШД-15	65	25	10
АШД-7	75	15	10	АШД-16	65	20	15
АШД-8	75	10	15	АШД-17	60	35	5
АШД-9	75	5	20	АШД-18	60	30	10

В табл. 3 приведены содержание основных оксидов в составе шихт исследуемых образцов на основе

андезибазальта и их модули кислотности, вязкости, а также вязкость при оптимальной температуре.

Таблица 3.

Химические составы и технологические свойства исследуемых образцов

Наименование образцов	Суммарное содержание основных оксидов в шихтах, %							Мк	Мв	Вязкость, Lgη 1350 °С
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	Na ₂ O+K ₂ O			
АШД-1	53,33	14,83	7,24	0,17	7,90	4,23	3,69	5,6	2,4	16,5
АШД -2	51,83	14,58	6,25	0,08	8,17	4,69	3,71	5,2	2,5	11,0
АШД -3	51,97	14,37	8,02	0,25	8,92	4,49	3,54	4,9	2,2	14,2
АШД -4	50,47	14,11	7,03	0,17	9,18	4,95	3,56	4,6	2,2	9,8
АШД -5	48,97	13,86	6,04	0,08	9,44	5,42	3,58	4,2	2,2	6,6
АШД -7	50,62	13,90	8,79	0,33	9,93	4,75	3,38	4,4	2,0	12,3
АШД -8	49,12	13,65	7,80	0,25	10,19	5,22	3,40	4,1	2,0	8,7
АШД -9	47,62	13,39	6,81	0,17	10,46	5,68	3,42	3,8	2,0	5,9
АШД -10	46,12	13,14	5,82	0,08	10,72	6,14	3,44	3,5	2,0	4,0
АШД -11	49,27	13,44	9,57	0,42	10,94	5,02	3,23	3,9	1,8	10,7
АШД -12	47,77	13,18	8,58	0,33	11,21	5,48	3,25	3,7	1,8	7,6
АШД -13	46,26	12,93	7,59	0,25	11,47	5,94	3,27	3,4	1,8	5,3
АШД -14	44,76	12,68	6,60	0,17	11,73	6,41	3,29	3,2	1,8	3,6
АШД -15	47,91	12,97	10,34	0,50	11,96	5,28	3,07	3,5	1,7	9,3
АШД -16	46,41	12,72	9,35	0,42	12,22	5,75	3,09	3,3	1,7	6,7
АШД -17	44,91	12,46	8,36	0,33	12,48	6,21	3,11	3,1	1,7	4,7
АШД -18	46,56	12,51	11,11	0,58	12,97	5,55	2,92	3,2	1,5	8,0

Разработанные шихтовые составы обжигали в ванной печи при температуре 1350 °С для получения расплава. Из этого расплава непрерывно вытягивали волокно диаметром 3–6 мкм, длиной 2 м. Влияние водной, щелочной и кислотной сред на химическую стойкость изучали на опытных андезибазальтовых волокнах, полученных из разработанных составов. Водная среда заметного влияния на свойства опытных образцов не оказывает. Испытания в щелочной среде в 2н. NaOH показали потерю веса образцов от 5,9 до 7,5 %. А при испытании в высококонцентрированном растворе (2н.Н) соляной кислоты потеря веса в испытуемых образцах изменяется от 7,4 до 8,9 масс.%.

Хотя при испытании нами были использованы высокие концентрации агрессивных сред, потеря веса в испытуемых опытных образцах находится в пределах допустимого, принятого нормативными документами.

Выводы

Таким образом, установлено, что получение андезибазальтовых волокон на основе тройной композиции «андезибазальт – шлак – доломит» состав АШД-7 показал, что при добавлении 20 % металлургического шлака в состав шихты температура плавления сырьевой массы снижается примерно на 100–150 °С, что, соответственно, приводит к экономии энергетических и сырьевых ресурсов.

Список литературы:

1. Воронкович Е.Л., Папко Л.Ф. Технологические свойства базальтовых расплавов // Сборник материалов IX Всероссийской научно-практ. конф. молодых ученых «Россия молодая». – Минск : БГТУ, 2017. – С. 65
2. Джигирис Д.Д. Основы производства базальтовых волокон и изделий / Д.Д. Джигирис, М.Ф. Махова. – М. : Теплоэнергетик, 2002. – 412 с.
3. Ниязова Ш.М., Пурханатдинов А.П. Проектирование составов минеральных волокон с использованием магматических пород и металлургического шлака. – Томск, 2018. – Т. 2. – С. 461–463.
4. Способ получения непрерывного волокна на основе базальта // Патент 2540676 Россия МПК C03C 13/02. 10.02.2015, Бюл. № 4 / Гутников С.И., Липатов Я.В. [и др.].
5. Татаринцева О.С., Зимин Д.Е. Особенности плавления горных пород и волокнообразования из расплавов // Ползуновский вестник. – 2006. – № 2. – С. 158–162.
6. Chemical and Mineralogical Studies of Magmatic Rocks of Uzbekistan for Obtaining Heat-Insulating Materials / Sh.M. Niyazova, Z.R. Kadyrova [et al.] // Glass and Ceramics. – 2019. – Vol. 75. – Iss. 11–12. – P. 491–495.