

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041544**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.11.03

(21) Номер заявки
201900407

(22) Дата подачи заявки
2019.04.16

(51) Int. Cl. **C03C 13/06** (2006.01)
C03B 1/00 (2006.01)
C03B 37/06 (2006.01)

(54) СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА МИНЕРАЛЬНЫХ ВОЛОКОН

(43) **2020.10.30**

(96) **2019/ЕА/0041 (BY) 2019.04.16**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и
патентовладелец:

**АРТАМОНОВ АНАТОЛИЙ
МИХАЙЛОВИЧ; МАРТЫСЮК
АЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ (BY)**

(56) SU-A1-1726411
RU-C1-2137726
BY-C1-17770

(74) Представитель:
Самцов В.П. (BY)

(57) Изобретение относится к физико-механохимическим процессам переработки избирательных видов отсеков гранитного производства и получение минерального волокна на основе шихты горных пород. Технический результат: улучшение технических характеристик минерального волокна и снижение энергетических затрат при получении силикатных расплавов. Способ включает шихтовку компонентов из отходов производства горнорудной продукции на основе гранитоидных пород в виде отсеков основного щебеночного производства с фракцией от 0,0001 до 160 мкм в составе, мас. %: диориты - 79,0, граниты - 13,0 и гранодиориты - 8,0 с содержанием петрогенных окислов, сопоставимых с базальтами и андезибазальтами и субщелочного ряда, и заданными характеристиками кислотности, вязкости и плавкости. В процессе смесеобразования шихту гомогенизируют механоактивацией с числом Фруда (Fr) не менее 6-9 в течение 30-90 с и далее начинают плавление шихты при 1050-1269°C с последующим раздувом из расплава волоконной нити, а для обеспечения указанной температуры плавления в шихту дополнительно вводят метадиабазы или метагаббро-диабазы в количестве 4,3-6,4 мас. %.

041544**B1****041544****B1**

Изобретение относится к технологии производства минерального волокна на основе шихты горных пород путем получения из нее силикатных расплавов с последующим раздувом размерных или бесконечных волокон или нитей, преимущественно для изготовления теплоизоляционных строительных материалов.

Предпосылки создания изобретения

Известен способ производства минерального волокна, полученного из расплава шихты, компоненты которой имеют магматическое происхождение, обладает высокими эксплуатационными характеристиками [1]. Шихта для изготовления минерального волокна, произведенная на основе горных пород имеет следующий состав, мас. %: плагиоклаз - 30-50, пироксен - 15-25, кварц - 5-15, рутил - 3-5, магнетит - 4-7, вулканическое стекло - 5-15, роговая обманка - 8-13.

Минеральное волокно, полученное из расплава шихты, обладает высокими эксплуатационными характеристиками: модуль кислотности - 2,92-5,20, водостойкость (рН) - 1,9-2,9, температурная устойчивость - 830-950°C, диаметр волокна - 4-6 мкм.

Основным недостатком этого изобретения является необходимость добычи сырья из горных пород. Места добычи и производства отдельных компонентов могут быть достаточно удалены друг от друга и к месту производства минерального волокна, поэтому процесс производства минерального волокна становится неоправданно дорогим.

В способе [2] производства минерального волокна прогрессивным является использование в качестве компонентов шихты отходов горнодобывающей промышленности. Сырьевая смесь для получения минерального волокна включает компоненты в следующих количествах, мас. %: зола ТЭС, состоящая в основе из стеклообразующих оксидов (SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2) - 42-50; отходы горнодобывающей промышленности - 28-32; корректирующая добавка - известняк - 2-10; связующее (жидкое стекло) - 6-10; вода - остальное.

Использование мелкодисперсных фракций применяемых отходов вызывает необходимость брикетирования шихты. Из сырьевой смеси получают брикеты методом формования и последующего оплавления низкотемпературной плазмой. Известный способ [2] позволяет утилизировать дешевые золы, что способствует снижению загрязнения окружающей среды за счет ликвидации отходов с отходами.

Известен способ производства минераловатного волокна, включающий шихтовку компонентов, образованных из отходов производства горнорудной продукции на основе отхода минераловатного производства, плавление с последующим раздувом из расплава волоконной нити [3]. Шихта для производства минерального волокна имеет следующий состав, мас. %: отходы минераловатного производства с размером частиц менее 7 мм - 75-86; угольная пыль с размером частиц менее 0,071 мм - 10-19; жидкое стекло - 4-6; ЛСТ или ПВС - 0,5-1,0 мас. % от массы отхода минераловатного производства. Процесс приготовления заявляемого состава шихты включает: дозирование, предварительная подготовка компонентов шихты, смешение и формование шихты в брикеты. Каждый компонент перемешивается в течение 0,5-1 мин, затем подготовленные компоненты дополнительно перемешиваются в течение 1-2 мин и уплотняются одним из известных способов. Полученные брикеты сушат в течение 10-15 мин обдувом "горячим" воздухом. Технический результат: увеличение скорости твердения брикетов и повышение их механической прочности при изготовлении волокна и снижении затрат.

На территории СНГ, в том числе России, накопились тонны отходов гранитных пород в форме отсеков щебеночного производства, которые по известной технологии [4] могут быть применены для изготовления минерального волокна.

Брикетированная шихта содержит: 70-75% мелкодисперсных отходов переработки гранита фракции менее 0,16 мм с содержанием оксида кремния менее 60%; 20-25% мелкодисперсных отходов переработки доломита и цемент в качестве вяжущего. Шихта имеет физико-химические свойства, позволяющие получать из нее минеральное волокно с высокими эксплуатационными свойствами.

Из смеси исходных компонентов, связующего и воды изготавливаются брикеты, которые оплавляются низкотемпературной плазмой с последующим раздувом расплава. Водостойкость полученного расплава (рН) - 3,4, а температурная устойчивость - 860°C.

В данном составе гранит выполняет роль окислителя (корректирующей добавки), таким образом в качестве добавки используется добываемое полезное ископаемое, а не отходы производства гранита. Минеральную вату производят путем расплавления минерального сырья в плавильном агрегате, например, вагранке или электропечи.

Одним из недостатков вагранок является ограничение по крупности загружаемого сырья. Для обеспечения необходимой газопроницаемости слоя в печь загружают куски размером 50-100 мм.

Ближайшим техническим решением, принятым за прототип, выбран способ [5] производства минераловатного волокна, включающий шихтовку компонентов, образованных из отходов производства горнорудной продукции на основе компонентов гранитных пород, брикетирование шихты, плавление с последующим раздувом из расплава волоконной нити. Брикетированная шихта для изготовления минерального волокна, содержащая мелкодисперсные отходы переработки гранита дроблением фракции менее 0,16 мм с содержанием оксида кремния менее 60%, мелкодисперсные отходы переработки доломита до крупности менее 0,315 мм и вяжущее, характеризуется тем, что в качестве вяжущего используют бен-

тонит при следующем соотношении компонентов, мас. %: отходы переработки гранита - 70-76; отходы переработки доломита - 20-25; бентонит - остальное.

Изобретение обеспечивает возможность применения отходов переработки гранита в качестве сырья для производства минерального волокна. Достижимый технический результат - повышение прочности брикетов при одновременном повышении модуля кислотности расплава шихты, что повышает стойкость минеральной ваты при ее эксплуатации.

Недостатками известного из уровня техники способа являются: дополнительное измельчение материала как минерального сырья, так и связующего; продолжительная сушка брикетов.

Недостатки известного способа приводят к дополнительным материальным и энергетическим затратам, так как в одних технологиях гранит в качестве добавки используется как добываемое полезное ископаемое, а не отход производства гранита, а в других технологиях мелкодисперсные отходы переработки гранита дроблением фракции менее 0,16 мм и отсеивают на ситах, что неоправданно в отношении энергетических затрат.

В основу изобретения поставлена задача снижения энергетических затрат при получении силикатных расплавов путем замены исходных сырьевых компонентов на отходы производства гранитоидных пород.

Краткое изложение сущности изобретения

Техническая задача, на решение которой направлено изобретение заключается в создании объекта, характеристики которого удовлетворяют заданным требованиям к процессу производства минерального волокна путем использования отсеивающих гранитоидных пород. Новая технология является энергетически экономичной.

Техническая задача реализуется достижением технического результата, определяющего новые свойства, повышающие характеристики минерального волокна и проявляющиеся при использовании изобретения в виде разработки и создания технологии на основе улучшенной гомогенизации как шихты, так и расплава.

Сущность изобретения выражается новой совокупностью признаков, необходимых и достаточных для осуществления изобретения с достижением указанного технического результата.

Технический результат достигается тем, что в способе производства минеральных волокон, включающим шихтовку компонентов, образованных из отходов производства горнорудной продукции на основе гранитоидных пород, плавление с последующим раздувом из расплава волоконной нити, согласно изобретению, компоненты шихты вводят в виде отсеивающих основного щебеночного производства с фракцией от 0,0001 до 160 мкм в составе гранитоидных пород включающих, мас. %: диориты - 79,0, граниты - 13,0 и гранодиориты - 8,0 с содержанием петрогенных окислов сопоставимых с базальтами и андезитобазальтами субщелочного ряда и заданными характеристиками кислотности, вязкости и плавкости, а затем в процессе смесеобразования шихту гомогенизируют путем механоактивации с числом Фруда (Fr) не менее 6-9 в течение 30-90 с и далее непосредственно после механоактивации начинают плавление при 1050-1269°C с последующим раздувом из расплава волоконной нити, а для обеспечения указанной температуры плавления в шихте в совокупности с гранитоидными породами применяют выделенный из фракционированного отсева основного щебеночного производства компонент в виде метадиабазов в количестве 4,3-6,4 мас. %.

Механоактивацию компонентов шихты производят в составе гранитоидных пород, содержащих в пересчете на оксиды с усредненным химическим составом, %: SiO₂ - 60,3-63,4; Al₂O₃ - 15,2-15,25; CaO - 4,0-4,3; MgO - 2,75-3,0; Na₂O - 2,4-2,45; K₂O - 3,4-4,4; (FeO+Fe₂O₃) - 5,8-8,6; MnO - не более 0,19; TiO₂ - около 0,9, при этом шихта характеризуется модулем кислотности $M_k=1,25-5,2$, модулем вязкости $M_v<2,2$, постоянной плавкости $\tau=4,5-5,2$.

В состав гранитоидных пород с фракцией 0,0001-160 мкм вводят доломитовую муку фракцией 0,0001-160 мкм.

Компоненты шихты плавят не позднее одного часа после механоактивации для исключения микрокомкования контактирующих между собой компонентов шихты.

Технический результат изобретения достигается механоактивацией сырьевой смеси с числом Рг (Фруда) не менее 6-9 для полной гомогенизации, как смеси шихты, так и расплава, а так же снижением энергетических затрат при получении силикатных расплавов, следствием чего наблюдается увеличение выхода волокна и улучшения его качества при плавлении минерального сырья.

Установлено, что заявленное техническое решение не следует явным образом из известного уровня техники. Следовательно, заявленное изобретение соответствует критерию "изобретательский уровень".

Подробное описание предпочтительного примера осуществления изобретения

Для лучшего понимания изобретения поясняется чертежом, где представлена диаграмма состояния плавления компонентов шихты в виде отсеивающих основного щебеночного производства в составе гранитоидных пород и метадиабазов с содержанием петрогенных окислов сопоставимых с базальтами.

Изобретение реализуют следующим образом. Способ производства минеральных волокон, включает шихтовку компонентов, образованных из отходов производства горнорудной продукции на основе компонентов гранитоидных пород, плавление с последующим раздувом из расплава волоконной нити. Компоненты шихты вводят в виде отсеивающих основного щебеночного производства в составе гранитоидных

пород и метадиабазов, с содержанием петрогенных окислов сопоставимых с базальтами и андезибазальтами субщелочного ряда, при этом механоактивируют компоненты шихты фракцией от 0,0001 до 160 мкм с числом Pr-(Фруда) не менее 6-9 в течение 30-90 с и осуществляют гомогенизацию путем смесеобразования с содержанием компонентов, мас. %:

диориты - 64-79,
граниты - 10-13,
гранодиориты - 6,3-8,5,
метадиабазы - 4,3-6,4%;

и начинают плавку через 60-3600 с непосредственно после механоактивации при 1050-1269°C с последующим раздувом из расплава волоконной нити.

В способе в состав гранитоидных пород 0,0001-160 мкм вводят доломитовую муку фракцией 0,0001-160 мкм.

В способе в качестве связующего используют известь, преимущественно, например, при брикетировании шихты перед ее плавлением.

Предварительно из отходов переработки гранитного производства выделяют дисперсную фракцию, крупностью от 0,0001 до 160 мкм в виде компонентов отсевов основного щебеночного производства в составе гранитоидных пород и метадиабазов, с содержанием петрогенных окислов сопоставимых с базальтами и андезибазальтами субщелочного ряда. Гомогенизируют смесеобразованием компоненты путем их механоактивации с числом Pr-(Фруда) не менее 6-9 и начинают плавку не позже чем через 60-3600 с непосредственно после механоактивации при 1050-1269°C с последующим раздувом из расплава волоконной нити.

В зависимости от карьера компоненты шихты в способе компоненты шихты плавят не позже одного часа после механоактивации, при этом механоактивацию производят до исключения микрокомкования путем получения максимальной удельной поверхности контактирующих между собой элементов компонентов шихты.

Необходимость соблюдения этого параметра обусловлена следующим. При дроблении гранитоидных пород менее прочные минералы, входящие в состав (биотит, амфибол и калиевые полевые шпаты) более подвержены разрушению и измельчаются до мелких фракций в большей степени, чем прочные (гранит, диориты, гранодиориты, метадиабазы).

Данное явление избирательного или селективного дробления приводит к перераспределению содержания минералов по фракциям крупности, причем менее прочные минералы концентрируются в пылевидных фракциях. При этом применяют компоненты отсевов основного щебеночного производства в составе гранитоидных пород, с содержанием петрогенных окислов сопоставимых с базальтами и андезибазальтами субщелочного ряда. В способе расплав смесеобразования осуществляют по времени не позже часа после механоактивации до исключения комкообразования смеси путем получения максимальной удельной поверхности контактирующих между собой компонентов шихты.

Пылевидные фракции отсевов техногенного происхождения основного щебеночного производства имеют размер частиц в 100-1000 раз меньше агрегатов зерен основного щебеночного производства (удельная поверхность пылевидных фракций 20-30 м²/г). Они заполняют свободное пространство между отдельными зернами гранитоидных пород и в значительной мере повышают реакционную способность минеральной матрицы.

Химический состав по фракциям крупности изменяют в соответствии с перераспределением по ним минералов. Это позволяет выделять мелкодисперсную фракцию, обогащенную основными оксидами, что обеспечивает снижение количества оксида кремния (SiO₂+Al₂O₃) менее 80% и довести содержание (Fe₂O₃+FeO) не менее 10% и BaO не менее 0,4% в этой фракции.

Компоненты применяют в виде фракционированных отсевов в составе гранитоидных пород следующего химического состава в пересчете на оксиды согласно табл. 1.

Таблица 1

Наименование%	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MnO	TiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	FeO
Диориты 64-79	43,44	13,55-18,80	0,69-13,55	0,92-6,99	2,69-4,95	0,84-4,24	0,96-8,80	0,02-0,19	0,49-2,50	0,13-1,50	0,11-1,21	1,19-10,86
Граниты 10-13	61,10	10,30-17,80	0,30-3,83	0,03-1,34	1,73-3,70	1,50-7,58	0,88-2,84	Сл-0,06	0,13-0,92	0,01-0,25	0,08-0,77	1,19-2,54
Гранодиориты 6,3-8,5	55,41	13,63-18,20	1,71-9,50	0,82-2,52	3,17-4,56	1,80-3,05	1,68-6,15	0,03-0,07	0,57-2,81	0,57-2,81	0,13-0,26	1,15-4,19
Метадиабазы 4,3-6,4	49-53	16,5-17,85	4,25-6,24	2,25-4,84	2,41-4,21	1,56-3,10	5,35-12,01	0,15-4,3	0,67-1,64	0,28-0,84	0,05-0,4	4,51-6,52

Переменяемость метадиабазов с гранодиоритами и непостоянство их минерального состава, обусловленное метаморфизмом и гранитизацией, что затрудняет использование их в качестве минерального сырья. Однако, несмотря на изменчивость, мас. %: диориты - 79, граниты - 13, гранодиориты - 8,5, мета-

диабазы - 6,4, все разновидности метадиабазов имеют близкий химический состав, удовлетворяющий потребностям производства минеральных волокон. В зависимости от метаморфизма компонентов шихты перед плавлением ее смесь механоактивируют и используют не позже чем в течение одного часа до исключения микрокомкования и сохранения полученной максимальной удельной поверхности контактирующих между собой компонентов шихты.

Химический состав. Метадиабазы представляют собой довольно однородную по кремнекислотности группу пород основного состава с содержанием SiO_2 от 49 до 53%; в "микродиоритах" количество кремнезема возрастает до 54-55% (табл. 1). Кремнезем, SiO_2 - диоксид кремния - главный компонент почти всех земных горных пород. Диоксид кремния имеет несколько полиморфных модификаций. Например, может быть получен ортосиликат натрия: метасиликат кальция: или смешанный силикат кальция и натрия: $\text{Na}_2\text{CaSi}_6\text{O}_{14}$ ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$).

Для всех пород характерна повышенная глиноземистость (a_l и a_l' больше 1,0), возрастающая в "микродиоритах" и довольно высокая железистость ($F_{\text{об}}=0,70-0,81$) вследствие обедненности пород магнием. Суммарное содержание щелочей составляет 4,3-6,4%. При этом натрия всегда преобладает над калием. В целом, по содержанию петрогенных окислов исследованные породы сопоставимы с базальтами и андезитобазальтами субщелочного ряда.

Рассчитанные кислотно-основные характеристики (табл. 1) - модуль кислотности (M_k), модуль вязкости (M_v) и постоянная плавкости (τ) - свидетельствуют о том, что при плавлении метадиабазов и метагаббро-диабазы в совокупности с гранитоидами, мас. %: диориты - 79, граниты - 13, гранодиориты - 8 позволяют осуществлять промышленную температуру плавления 1050-1269°C, вместо температуры плавления 1270-1470°C, обычно используемую при производстве минеральных волокон, и могут образовывать в основном 5 низковязкие (M_k менее 6,0 до $M_k=1,25-5,2$; M_v менее 2,2) и менее тугоплавкие ($\tau=4,5-5,2$) расплавы. "Микродиориты" характеризуются еще более низкими значениями названных параметров.

Получение такого продукта из отходов переработки диорита позволяет его использовать в качестве основного компонента (в пересчете на оксиды SiO_2 (43,44-71,60), 10 Al_2O_3 (13,55-18,80) при приготовлении сырьевой смеси для изготовления минерального волокна.

Механоактивированные компоненты отсеков основного щебеночного производства в составе гранитоидных пород, с содержанием петрогенных окислов сопоставимых с базальтами типа диориты - 79%, граниты - 13%, гранодиориты - 8% более существенно повышают гомогенизацию и снижают вязкость, повышая текучесть расплава, чем габбро-базальтовое сырье, тем самым повышают производительность [6].

Предварительно производят тестированную плавку по чертежу без подшихтовки по технологии исследования образца шихты на приборе NETZSCH STA 449C, диаграмма которого показала следующие результаты:

при $t=471^\circ\text{C}$ образец достигает максимального расширения и начинает размягчаться, а при $t=891^\circ\text{C}$ начинает плавиться;

эндотермический эффект при температуре более 900°C соответствует промышленному плавлению при температуре 1050-1269°C;

ступенька перехода к стеклованию соответствует $t=728^\circ\text{C}$; при $t=867^\circ\text{C}$ наступает полная потеря несущей способности;

изменение массы на 2,8% обусловлено, вероятно, окислением примесей и испарением воды из биотита.

Производственное плавление производят не позже чем через 60-3600 с после механоактивации при 1050-1269°C с последующим раздувом из расплава волоконной нити на основании по чертежу предварительного тестирования механоактивированной и гомогенизированной шихты крупностью от 0,0001 до 160 мкм полученного состава по табл. 1 предпочтительно осуществлять в циклонной печи. Циклонные печи - целесообразно применять при использовании пылевидного сырья, в частности отсеков гранитного производства. Возможность химических взаимодействий определяется законам химической термодинамики, а при наличии благоприятных термодинамических условий - действием кинетических факторов, обеспечивающих протекание реакций. Одним из таких факторов является поверхность контакта. Чем больше площадь непосредственного контакта зерен компонентов, тем быстрее протекают реакции этого типа. Площадь поверхности контактов для шихты одного и того же объема растет с увеличением дисперсности зерен. Таким образом, измельчение компонентов шихты способствует ускорению реакций силикатообразования и гомогенизации расплава, которая необходима для получения стабильных свойств волокна.

Основным показателем, определяющим пригодность сырья для производства минеральной ваты, является модуль кислотности M_k , который представляет собой отношение суммы процентного содержания в сырье кислых оксидов - кремнезема SiO_2 и глинозема Al_2O_3 - к сумме процентного содержания в нем основных оксидов - кальция CaO и магния MgO .

Плавление шихты можно осуществлять также и в вагранке с предварительным брикетированием,

гранулированием, таблетированием (пресс таблетирования) шихты по изобретению с последующим раздувом из расплава волоконной нити, при этом в качестве связующего используют известь или известняк.

В дуговой печи пылевидные не плавят в связи с низкой теплопроводностью пылевидной смеси. Возможен, вероятно, этот способ плавления на "болото".

Из подготовленных компонентов составляют шихту путем весового дозирования каждого компонента с помощью автоматического весового дозатора и плавят, например, в циклонной печи. В способе в состав гранитоидных пород с фракцией 0,0001-160 мкм предпочтительно вводить доломитовую муку фракцией 0,0001-160 мкм.

Способ производства минерального волокна осуществляют на примере исследования горной породы в виде гранитоидов (диоритов, гранитов, гранодиоритов, метадиабазов), которые вскрывают карьером на Микашевическом месторождении. На изученной площади которого они слагают многочисленные ксенолиты и останцы среди гранитоидов. Изредка среди них встречаются средне- и крупнозернистые метагабброиды. Контакты их с гранитоидами обычно неровные, резкие, но наблюдаются и постепенные переходы к среднезернистым кварцевым диоритам через зону бластических пород, так называемых "микродиоритов".

Мелкозернистые метадиабазы - это темно-серые со слабым зеленоватым оттенком массивные породы. От тонкозернистых разностей они отличаются заметно более крупнокристаллическим строением. Состоят они из округло-таблитчатых, субизометрично - округлых, реже призматических зерен плагиоклаза (андезин № 30-35), зонально угасающих, иногда с реликтовым двойниковым строением, и короткопризматических и неправильной формы зерен зеленой роговой обманки, частично замещенной актинолитом, биотитом и эпидотом. Все разновидности метадиабазов имеют близкий химический состав, удовлетворяющий потребностям производства не только минеральных волокон, но и других строительных материалов.

Рассчитанные кислотно-основные характеристики - модуль кислотности (M_k), модуль вязкости (M_v) и постоянная плавкости (τ), свидетельствуют о том, что при плавлении метадиабазов и метагабброидов при температурах 1050-1269°C в совокупности с гранитоидами (табл. 1), обычно используемых при производстве минеральных волокон, образуются в основном низковязкие (M_k менее 6,0 до значения 1,25; M_v менее 2,2) и легкоплавкие ($\tau=4,5-5,2$) расплавы.

Несмотря на то, что на территории СНГ запасы минерального сырья практически неисчерпаемы, число месторождений горных пород, полностью удовлетворяющих требованиям нормативной документации к сырью для производства минеральных волокон по химическому составу (табл. 1) ограничено. В частности, актуальными являются исследования пород Микашевического карьера, в которых содержание одного или нескольких компонентов находится на границе допустимого, для выявления возможности получения из них волокон различного вида - дискретных или непрерывных и соответственно минваты.

Для производства минеральных волокон по изобретению использовали исходное сырье следующего химико-минералогического состава.

Усредненный химический состав: SiO_2 - 60,3-63,4%; Al_2O_3 - 15,2-15,25%; CaO - 4,0-4,3%; MgO - 2,75-3,0%; Na_2O - 2,4-2,45%; K_2O - 3,4-4,4%; ($FeO+Fe_2O_3$) - 5,8-8,6%; MnO - не более 0,19%; TiO_2 - около 0,9%.

Исследованный химический состав от 25.01.2019 г.: SiO_2 - 63,1%; Al_2O_3 - 14,3%; K_2O - 4,85%; CaO - 4,6%; Fe_2O_3 - 4,25%; Na_2O - 4,2%; MgO - 2,4%; TiO_2 - 0,5%; P_2O_5 - 0,3%; BaO - 0,16%; SO_3 - 0,15%; MnO - 0,08%; WO_3 - 0,03%; ZnO - 0,01%; Cr_2O_3 - 0,01%; Н - 0,97%.

Основные породы составляли: диориты - 79%, гранодиориты 8%, гранит - 13%, от общего объема. Минералогический состав диорита: плагиоклаз - 35-77%, роговая обманка - 10-50%, биотит - 1-45%, кварц - 2-4% (до 20% в кварцевых и окварцованных разновидностях), калиевый полевой шпат - 2-20%; гранодиориты - 8% от общего объема.

Минералогический состав гранодиорита: плагиоклаз - 10-80%, калиевый полевой шпат - 10-60%, амфибол - 1-35%, биотит - 4-25%, кварц - 5-20%.

Минералогический состав гранита: кислый плагиоклаз - 20-60%, кварц - 20-60%, амфибол - 0-20%, биотит - 4-20%, микроклин - 10-70%.

После классификации отсевов и гомогенизации путем механоактивации был произведен тонкоизмельченный материал - сырье для минеральных волокон. Были получены.

Образец с маркировкой "<20 мкм" (р.н. 16869).

Элементный состав (в пересчете на оксиды): Al_2O_3 - 7,7%, SiO_2 - 62,1%, K_2O - 2,8%, CaO - 6,0%, TiO_2 - 1,8%, MgO - 2,2%, MnO - 0,2%, Fe_2O_3 - 16,5%, BaO - 0,4%, суммарное содержание остальных примесей не превышает 0,5%, кислород и легкие - остальное.

Образец с маркировкой "<100 мкм" (р.н. 16870).

Элементный состав (в пересчете на оксиды): Al_2O_3 - 7,1%, SiO_2 - 61,9%, K_2O - 2,4%, CaO - 7,2%, TiO_2 - 1,7%, MnO - 0,2%, Fe_2O_3 - 15,9%, BaO - 0,4%, суммарное содержание остальных примесей не превышает 0,5%, кислород и легкие - остальное.

Свойства продукта в виде минерального волокна, полученного из брикетированной шихты, пред-

ставлены в табл. 2, где представлены показатели как шихты, так и минеральной ваты. Для сравнения в ней представлены показатели по прототипу.

Таблица 2

№ п.п.	Состав композиции, масс. %	Модуль Кислотности компонентов, МкКм	Модуль Кислотности минволокна, МкВ	Время формирования расплава, час
1	2	3	4	5
2	Прототип отходы переработки гранита- 70-75 отходы переработки доломита- 20-25 Цемент 5-6	3,2	3,19	3,2
Составы по изобретению				
3	Диориты- 64,3 Граниты- 10 Гранодиориты- 6,3 Метадиабазы - 4,3	4,2-12	4,1-12	1,32
4	Диориты-70 Граниты-12 Гранодиориты-7 Метадиабазы -5,6	4,0-16	4,0-15	1,34
5	Диориты-79 Граниты-13 Гранодиориты-8,5 Метадиабазы -6,4	4,0-18	3,9-14	1,35
Составы, выходящие за пределы формулы по изобретению				
6	Диориты-60 Граниты-9,8 Гранодиориты-5,9 Метадиабазы -3,9	3,0-50	16-25	1,24
7	Диориты-80,2 Граниты-14 Гранодиориты-9 Метадиабазы - 7,0	3,5-63	18-30	1,4
8	Составы по п.п.3-4 формулы изобретения			
9	Диориты-60 Граниты-9,8 Гранодиориты-5,9 Метадиабазы -3,9 Доломитовая мука-20	1,52-6,3	1,4-6,0	1,41
10	Диориты-60 Граниты-9,8 Гранодиориты-5,9 Метадиабазы -3,9 известняк-25	1,22-4,0	1,2-3,9	1,41
11	Диориты-64,3 Граниты-10 Гранодиориты-6,3 Метадиабазы -4,3 Доломитовая мука -10 известняк-10	1,72-3,15	1,65-3,0	1,45

Как следует из экспериментальных данных, приведенных в табл. 2, предложенная композиция превосходит аналог и прототип как по времени формирования расплава, так и по возможности формирования шихтовых смесей с широким диапазоном модуля кислотности компонентов (МкКм) и модуля кислотности минволокна (МкВ).

Смесеобразование упомянутых выше компонентов с фракцией от 0,0001 до 160 мкм, осуществляют путем совмещения механоактивации и гомогенизации шихты с последующим раздувом из расплава при температуре 1050-1269°C волоконной нити по сравнению с уровнем техники при 1270-1470°C.

Промышленное применение изобретения проявляется в совмещении в единую технологию производственных процессов механоактивации, гомогенизации и фракционирования шихты на основе отсеков гранитного производства и агрегатного плавильного реактора переплава пылевидного или таблетированного полупродукта в минеральное волокно или минвату. Промышленное использование технологии производства минволокна по настоящему изобретению приводит к снижению энергоемкости, себестоимости и универсализации новой технологии переводя ее в класс импортозамещающей технологии.

Промышленное использование объекта промышленной собственности запланировано на территории Беларуси и стран СНГ.

Источники информации.

1. А.С. СССР № 1477695, 07.05.1989.
2. RU № 2014301, 15.06.1994.
3. RU № 2234473, 20.08.2004.
4. RU № 2584170, 20.05.2016.
5. RU № 2625424, 13.07.2017 (прототип).
6. Производство минераловатных волокон - studwood.ru>1909132/tovarovedenie/syrevye.

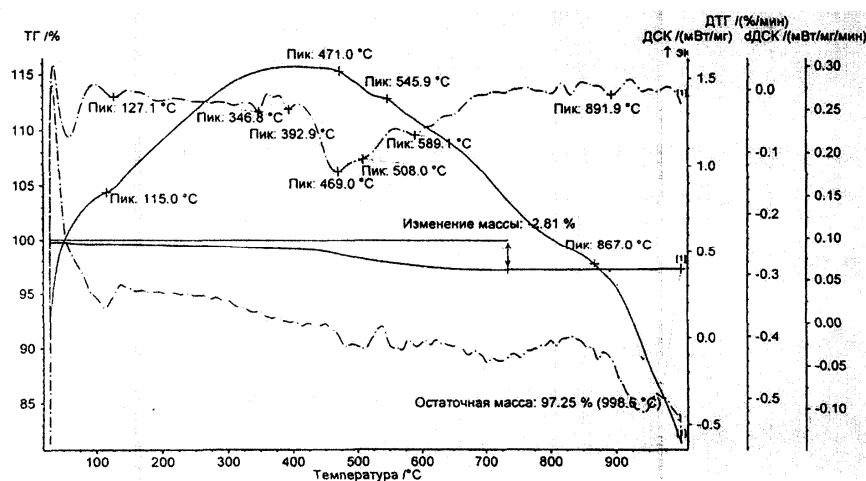
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ производства минеральных волокон, включающий шихтовку компонентов, образованных из отходов производства горнорудной продукции на основе гранитоидных пород, плавление с последующим раздувом из расплава волоконной нити, отличающийся тем, что компоненты шихты вводят в виде фракции от 0,0001 до 160 мкм, выделенной из отсевов основного щебеночного производства, в составе гранитоидных пород, включающих, мас. %: диориты - 79,0, граниты - 13,0 и гранодиориты - 8,0 с содержанием петрогенных окислов, сопоставимых с базальтами и андезибазальтами субщелочного ряда, и заданными характеристиками кислотности, вязкости и плавкости, а затем в процессе смесеобразования шихту гомогенизируют путем механоактивации с числом Фруда (Fr) не менее 6-9 в течение 30-90 с и далее непосредственно после механоактивации начинают плавление при 1050-1269°C с последующим раздувом из расплава волоконной нити, а для обеспечения указанной температуры плавления в шихте в совокупности с гранитоидными породами применяют выделенный из фракционированного отсева основного щебеночного производства компонент в виде метадиабазов в количестве 4,3-6,4 мас. %.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что механоактивацию компонентов шихты производят в составе гранитоидных пород, содержащих в пересчете на оксиды с усредненным химическим составом, %: SiO₂ - 60,3-63,4; Al₂O₃ - 15,2-15,25; CaO - 4,0-4,3; MgO - 2,75-3,0; Na₂O - 2,4-2,45; K₂O - 3,4-4,4; (FeO+Fe₂O₃) - 5,8-8,6; MnO - не более 0,19; TiO₂ - около 0,9, при этом шихта характеризуется модулем кислотности $M_k=1,25-5,2$, модулем вязкости $M_v<2,2$, постоянной плавкости $\tau=4,5-5,2$.

3. Способ по любому из пп.1 и 2, отличающийся тем, что в состав гранитоидных пород (0,0001-160 мкм) вводят доломитовую муку фракцией 0,0001-160 мкм.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что компоненты шихты плавят не позднее одного часа после механоактивации для исключения микрокомкования контактирующих между собой компонентов шихты.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2