

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 23615

(13) С1

(46) 2021.12.30

(51) МПК

C 04B 18/08 (2006.01)

C 04B 18/12 (2006.01)

C 04B 38/02 (2006.01)

(54) **СЫРЬЕВАЯ КОМПОЗИЦИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО ПОРИСТОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ**

(21) Номер заявки: а 20200290

(22) 2020.10.21

(71) Заявитель: Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (ВУ)

(72) Авторы: Баранцева Светлана Евгеньевна; Климош Юрий Александрович; Шишканова Людмила Георгиевна; Азаренко Ирина Михайловна; Ларионов Павел Сергеевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (ВУ)

(56) ВУ а20170119, 2018.

SU 1520035 А1, 1989.

SU 1813080 А3, 1993.

SU 1675258 А1, 1991.

SU 631493, 1978.

RU 2497780 С1, 2013.

KZ 9345 А, 2000.

UA 115850 С2, 2017.

RU 2312091 С1, 2007.

(57)

Сырьевая композиция для изготовления теплоизоляционного пористого заполнителя, содержащая гранитоидные отсеvy, пластификатор и карбид кремния, отличающаяся тем, что в качестве пластификатора содержит глину легкоплавкую и дополнительно содержит пыль газоочистных установок сталеплавильного производства при следующем соотношении компонентов, мас. %:

гранитоидные отсеvy	54,8-60,5
глина легкоплавкая	23,6-26,1
карбид кремния	0,4-0,6
пыль газоочистных установок сталеплавильного производства	13,0-21,0.

Изобретение относится к производству строительных материалов, а именно к составам сырьевых композиций для изготовления искусственного пористого заполнителя легких бетонов, блоков "Термокомфорт", а также для использования в качестве самостоятельного теплоизоляционного засыпочного материала.

В настоящее время для улучшения экологической обстановки в Республике Беларусь актуальной проблемой является использование различных отходов промышленности, что позволяет не только экономить природное сырье, повышать эффективность производства, но и способствует улучшению экологической обстановки на предприятиях и прилегающих к ним территориях.

ВУ 23615 С1 2021.12.30

ВУ 23615 С1 2021.12.30

Использование отходов гранитоидных пород разрабатываемого Микашевичского месторождения Республики Беларусь, а именно некондиционных отсеков и циклонной пыли, образующихся при производстве дорожного щебня на предприятии РУПП "Гранит", количество которых приближается к 25 % от 21 млн. т переработанных за год пород и составляет порядка 5,2 млн.т, является одной из актуальных задач промышленности строительных материалов республики.

В сталеплавильном производстве ОАО "БМЗ" (Белорусский металлургический завод) в процессе выплавки стали в дуговых сталеплавильных печах образуются различные отходы, в том числе и пыль газоочистных установок (ПГУ), улавливаемая фильтрами в процессе очистки отходящих газов. Количество техногенных отвальных продуктов достигает 30 % от объема выпуска стали, включая шлаки (около 80 %) и примерно 20 % - пыли и шламы газоочистки. Мировой суммарный прирост последних оценивается в 10-15 млн. т в год. Складированные электросталеплавильные отходы формируют зону интенсивного загрязнения преимущественно щелочного типа, негативно влияют на атмосферу, гидросферу и почвенный покров окружающей местности, а через них на состояние флоры, фауны и здоровье людей.

В связи с этим целенаправленное комплексное использование отходов различных производств для получения теплоизоляционных пористых заполнителей в целях улучшения экологической ситуации и расширения диапазона их сырьевых композиций является экономически оправданным и перспективным.

Известен состав сырьевой смеси для изготовления пористого заполнителя [1], включающий, мас. %: отходы дробления диоритов 99,5-99,8 % и газообразователь - карбид кремния 0,2-0,5. Химический состав диоритовой породы, мас. %: SiO_2 61,93; Al_2O_3 15,67; TiO_2 0,87; MgO 3,31; CaO 4,49; Fe_2O_3 2,19; FeO 3,25; P_2O_5 0,28; MnO 0,09; K_2O 2,39; Na_2O 3,46; п.п.п 1,31.

После смешивания и помола из сырьевой смеси при влажности 16-17 % пластическим способом изготавливают сырцовые гранулы, которые подвергают сушке и обжигу при температуре 1156-1190 °С.

Однако не ясно, за счет чего достигается пластичность исходной массы, содержащей непластичные исходные составляющие, поскольку число пластичности авторами не приводится, а также каким образом достигается прочность сырцовых гранул при сушке до 600 °С, необходимая для их транспортировки в обжиговые агрегаты с перепадами по высоте.

Кроме этого, не конкретизирован метод формования полуфабриката, к которому относится грануляция в различных агрегатах (ленточный пресс, дырчатые вальцы, пресс-вальцы и др.).

Известна сырьевая композиция [2] для получения пористого заполнителя, которая содержит, мас. %: кремнеземсодержащую горную породу 95-98 и шлак производства ферросилиция 2-5. В качестве одной из трех заявленных смесей, в которых использовались различные кремнеземсодержащие породы (диорит, цеолит и гранит), представлена композиция, состоящая из 95 мас. % гранита и 5 мас. % шлака от производства ферросилиция. Полученный из этой смеси пористый заполнитель с насыпной плотностью 300 кг/м³, прочностью сдвливания в цилиндре 1,2 МПа и водопоглощением 0,7 % имеет следующие недостатки.

Высокая температура обжига, составляющая 1250 °С, требует увеличения расхода энергоносителей, при этом слишком низкое водопоглощение (0,7 %) ограничит применение этого материала в качестве заполнителя легких бетонов, так как не обеспечится его адгезия с цементной составляющей.

Кроме этого, высокая твердость и абразивность шлака, обусловленная его составом, мас. %: SiO_2 20,01-40,32; SiC 4,46-25,0; Al_2O_3 18,02-34,36; BaO 5,9-9,98; Fe_2O_3 3,26-5,75; CaO 11,0-13,31; $C_{\text{общ.}}$ 3,21-8,7; $C_{\text{своб.}}$ 0,78-5,19, делают операцию его измельчения и помола до удельной поверхности 6 м²/г технически сложной и дорогостоящей, а непостоянство

ВУ 23615 С1 2021.12.30

состава и большие колебания наиболее важных компонентов (карбида кремния и оксида алюминия) могут вызывать нарушение процесса порообразования, неравномерность структуры пористого заполнителя и непостоянство объемной плотности.

Помимо этого, пластическое прессование сырцовых гранул требует обязательного применения пластифицирующих добавок в тощую формовочную массу, содержащую два непластичных компонента - гранит и шлак.

Известна сырьевая смесь для получения пористого заполнителя, включающая кремнеземсодержащую горную породу - гранит и газообразователь [3]. В качестве газообразователя использовалась смесь Al_2O_3 и SiC при следующем соотношении компонентов, мас. %: кремнеземсодержащая горная порода 95,0-96,0; оксид алюминия 3,4-4,9; карбид кремния 0,1-1,0. Горную породу смешивают с оксидом алюминия и карбидом кремния. Из увлажненной сырьевой смеси на тарельчатом грануляторе получают шарообразные гранулы, которые проходят затем стадии сушки (100 °С) и обжига при 1180 °С.

Недостатком вышеуказанной сырьевой смеси является отсутствие в ее составе пластифицирующих исходных составляющих, что может привести к разрушению полуфабриката (сырцовых гранул) на различных технологических переделах, в частности при сушке и перемещении в обжиговые агрегаты.

Кроме этого, для изготовления пористого заполнителя из данной сырьевой смеси вследствие недостаточной прочности сырцовых гранул требуется применение сложного непроизводительного оборудования (сеточный конвейер для транспортировки гранул с обдувом постоянным потоком нагретого воздуха, печь с подвижным кольцевым подом для обжига гранул в монослое).

Применение оксида алюминия удорожает стоимость заполнителя, поэтому необходимы либо выведение его из состава композиции, либо замена другими менее дефицитными глиноземсодержащими компонентами.

Наиболее близкой к предлагаемому изобретению по составу, технической сущности и достигаемому результату является сырьевая композиция для получения пористого заполнителя, включающая кремнеземсодержащую горную породу, газообразователь карбид кремния, глину тугоплавкую и карбоксиметил целлюлозу (КМЦ) [4]. В качестве кремнеземсодержащей горной породы использовались гранитоидные отсеvy, в качестве пластифицирующей добавки - глина тугоплавкая, а в качестве связующего - карбоксиметилцеллюлоза при следующем соотношении компонентов, мас. %: гранитоидные отсеvy 83,5-92,5; карбид кремния 0,5-1,0; глина тугоплавкая 6,0-14,5; карбоксиметилцеллюлоза 0,5-1,5.

Недостатками вышеуказанной сырьевой смеси являются затрудненное формование сырьевых гранул и большой процент их разрушения вследствие недостаточной пластичности керамической массы из-за относительно небольшого содержания пластифицирующей добавки (глины).

Кроме этого, в процессе обжига органическая составляющая (карбоксиметилцеллюлоза) выгорает при температуре 220-400 °С с образованием газообразной фазы, что может нарушить целостность гранул и образовать трещины при резком повышении температуры для перехода массы в пиропластическое состояние и обеспечения процесса вспучивания, от которого зависят основные критериальные показатели - объемная и насыпная плотность, теплопроводность, механическая прочность при сжатии.

Отсутствие в республике достаточного количества тугоплавких глин также может ограничивать выпуск теплоизоляционных материалов на основе вышеуказанных сырьевых композиций.

Задачей, на решение которой направлено заявляемое изобретение, является разработка состава экономически выгодной сырьевой смеси для изготовления пористого теплоизоляционного заполнителя путем комплексного использования некондиционной фракции гранитоидных отсеvов и техногенных отвальных отходов электросталеплавильного

BY 23615 C1 2021.12.30

производства, а также легкоплавкой отечественной глины для улучшения пластичности массы и возможности формования сырцовых гранул в ленточных шнековых прессах в виде цилиндров, которые при дальнейшей специальной обработке в грануляторах барабанного типа окатываются и округляются. Качество сырцовых гранул во многом определяет качество готового гранулированного теплоизоляционного материала. Помимо этого, необходимо достичь повышения прочности пористого заполнителя и обеспечения необходимых показателей эксплуатационных характеристик.

Решение поставленной задачи достигается тем, что сырьевая композиция для изготовления теплоизоляционного пористого заполнителя содержит гранитоидные отсевы, пластификатор и карбид кремния и отличается тем, что в качестве пластификатора содержит глину легкоплавкую и дополнительно содержит пыль газоочистных установок сталеплавильного производства при следующем соотношении компонентов, мас. %: гранитоидные отсевы 54,8-60,5; глина легкоплавкая 23,6-26,1; карбид кремния 0,4-0,6; пыль газоочистных установок сталеплавильного производства 13,0-21,0.

Данные по вышеприведенному соотношению компонентов сырьевой смеси для изготовления пористого заполнителя для легких бетонов в литературе отсутствуют.

В табл. 1 приведен усредненный химический состав компонентов сырьевой композиции для получения сырцовых гранул.

Таблица 1

Усредненный химический состав сырьевых компонентов

Компонент	Массовое содержание оксидов, %														
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO+ Fe ₂ O ₃	K ₂ O+ Na ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	ZnO	Cr ₂ O ₃	SO ₃	Cl	CuO	п.п.п.
Гранитоиды	61,63	14,86	4,38	3,32	8,94	2,52	0,93	0,35	0,19	-	-	-	-	-	2,87
Пыль ПГУ	3,12	1,03	3,82	-	34,42	7,63	-	-	-	42,24	0,29	1,23	2,63	1,92	1,67
Глина "Лукомль"	56,0	14,1	5,7	3,1	7,6	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	9,00

Поскольку гранитоидные отсевы и пыль ПГУ являются тощими компонентами, увеличенное количество вводимой легкоплавкой глины обеспечивает необходимую пластичность смеси и возможность гранулирования в соответствующем оборудовании.

Для приготовления сырьевой смеси использовались молотые (размер частиц менее 0,25 мм) отсевы гранитоидной породы, карбид кремния, глина легкоплавкая. Пыль газоочистных установок представляет собой высокодисперсный полифракционный порошок, насыпная плотность которого составляет 597,6 кг/м³, поэтому она не требует дополнительной операции помола и не будет увеличивать объемную плотность получаемого пористого заполнителя.

Присутствие оксидов щелочных и щелочноземельных металлов, а также соединений железа в составе пыли будет оказывать флюсующее действие при спекании керамических масс, что положительно скажется на параметрах термообработки и на физико-химических свойствах готовых изделий.

Составы заявляемой сырьевой смеси и прототипа приведены в табл. 2; физико-химические свойства - в табл. 3.

Состав заявляемых сырьевых композиций и прототипа

Компоненты сырьевых композиций	Содержание компонентов, мас. %			Прототип [4]
	1	2	3	
Гранитоидные отсеvy	60,5	58,1	54,8	83,5-92,5
Глина легкоплавкая	26,1	24,9	23,6	-
Карбид кремния	0,4	0,5	0,6	0,5-1,0
Пыль газоочистных установок сталеплавильного производства	13,0	16,5	21,0	-
Глина тугоплавкая	-	-	-	6,0-14,5
Карбоксиметилцеллюлоза	-	-	-	0,5-1,5

Вначале смешивались гранитоидная порода и карбид кремния, затем добавляли глину и пыль газоочистных установок. В сырьевую смесь добавлялось экспериментально определенное количество воды, и подготовленная керамическая масса помещалась в ленточный шнековый пресс для формования сырцовых гранул, которые при дальнейшей обработке в грануляторе барабанного типа окатывались и округлялись.

Высушенные при комнатной температуре сырцовые гранулы нагревались до температуры 600 °С со скоростью 10 °С/мин, выдерживались 10 мин, затем нагревались со скоростью 20 °С/мин до 1185-1190 °С, выдерживались 10 мин и после инерционного охлаждения сортировались по фракциям.

Таблица 3

Физико-химические свойства заявляемого пористого заполнителя и прототипа

Свойства	Показатели свойств			
	1	2	3	Прототип [4]
Объемная плотность, кг/м ³	500	530	550	350-600
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,09	0,08	0,08	0,08-0,11
Прочность при сжатии, МПа	3,0	3,15	3,4	2,6-2,9
Водопоглощение, %	5,5	6,0	6,1	8-10
Высота падения сырцовых гранул без разрушения, см	200	200	200	100
Коэффициент вспучивания	3,3	3,5	3,6	3,2-3,5
Число пластичности	16,3	17,9	21,4	3,8*

*Число пластичности прототипа определено экспериментально в учебно-образовательном научно-практическом центре при кафедре стекла и керамики.

Остальные примеры выполнялись аналогично.

Как видно из данных, приведенных в табл. 3, пористый заполнитель, полученный из заявляемой сырьевой смеси, отличается повышенной прочностью после сушки, что подтверждается целостностью сырцовых гранул при падении с высоты 200 см.

По числу пластичности (16,3-21,4) керамические массы из заявляемых составов относятся к среднепластичным в отличие от прототипа, который по числу пластичности (3,8*) относится к малопластичным. Это значительно облегчает процесс формования и обеспечивает прочность как отформованных сырцовых гранул, так и после их сушки.

Коэффициент теплопроводности разработанного материала отличается более стабильными значениями и не превышает 0,09 Вт/(м·К), что является обоснованным показателем для применения материала из заявляемой сырьевой смеси для изготовления легких бетонов, теплоизоляционных блоков "Термокомфорт", а также в качестве засыпочногo материала.

ВУ 23615 С1 2021.12.30

Кроме того, заявляемый состав сырьевой композиции для изготовления пористого заполнителя за счет рационального соотношения и доступности компонентов, в частности двух видов техногенных отходов - гранитоидных отсеков и пыли газоочистных установок, а также местной легкоплавкой глины месторождения "Лукомль", обеспечивает ее экономическую эффективность.

Масштабное изготовление пористых теплоизоляционных заполнителей на основе отходов для удовлетворения потребностей строительной промышленности будет способствовать улучшению экологической ситуации близлежащих к предприятиям горнодобывающей и металлургической промышленности территорий за счет уменьшения отвалов, занимающих большие полезные площади.

Изобретение может быть использовано в промышленном и гражданском строительстве для изготовления легких бетонов, блоков "Термокомфорт" и для изоляции стен, потолков в малоэтажном домостроении.

Источники информации:

1. SU 1730075, 1992.
2. SU 1813080, 1993.
3. RU 2497780 2013.
4. ВУ а20170119, 2018 (прототип).