



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
C03C 11/00 (2020.02); C03B 19/08 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2019122231, 11.07.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
11.07.2019

Дата регистрации:
02.07.2020

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 11.07.2019

(45) Опубликовано: 02.07.2020 Бюл. № 19

Адрес для переписки:
346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул.
Просвещения, 132, ЮРГПУ(НПИ), ОИС

(72) Автор(ы):
Косарев Андрей Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Южно-Российский
государственный политехнический
университет (НПИ) имени М.И. Платова"
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2604527 C1, 10.12.2016. RU
2604731 C1, 10.12.2016. RU 2014129978 A,
10.02.2016. RU 2528798 C1, 20.09.2014. RU
2470879 C1, 27.12.2012. RU 2627516 C1,
08.08.2017. DE 3941732 A1, 07.12.1990.

(54) Сырьевая смесь для производства искусственного пористого заполнителя

(57) Реферат:
Изобретение относится к отрасли
производства строительных материалов –
заполнителя искусственного пористого,
применяемого в качестве заполнителя при
приготовлении легких и силикатных бетонов, а
также в качестве засыпок для теплоизоляции
кровель, стен, перекрытий, полов нижних этажей
зданий и сооружений различного назначения.
Сырьевая смесь для производства искусственного
пористого заполнителя содержит, мас. %: шлак

ТЭС 65-70, стеклобой 13-18, кристаллический
декагидрат тетрабората натрия 10, стекло
натриевое жидкое 4, глицерин 3. Технический
результат – снижение температуры вспенивания
до 820-840°C и длительности вспенивания до 15-
18 минут при производстве искусственного
пористого заполнителя с улучшенными технико-
экономическими характеристиками, утилизация
отходов. 1 табл., 10 пр., 1 ил.

RU 2 7 2 5 3 6 5 C 1

RU 2 7 2 5 3 6 5 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
C03C 11/00 (2020.02); C03B 19/08 (2020.02)

(21)(22) Application: **2019122231, 11.07.2019**

(24) Effective date for property rights:
11.07.2019

Registration date:
02.07.2020

Priority:

(22) Date of filing: **11.07.2019**

(45) Date of publication: **02.07.2020** Bull. № 19

Mail address:

**346428, Rostovskaya obl., g. Novocherkassk, ul.
Prosveshcheniya, 132, YURGPU(NPI), OIS**

(72) Inventor(s):

Kosarev Andrej Sergeevich (RU)

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Yuzhno-Rossijskij
gosudarstvennyj politekhnicheskij universitet
(NPI) imeni M.I. Platova" (RU)**

(54) **CRUDE MIXTURE FOR PRODUCTION OF ARTIFICIAL POROUS AGGREGATE**

(57) Abstract:

FIELD: construction.

SUBSTANCE: invention relates to the field of production of construction materials - filler of artificial porous, used as filler in preparation of light and silicate concrete, as well as fillings for heat insulation of roofs, walls, floors, floors of lower floors of buildings and structures for various purposes. Crude mixture for making artificial porous aggregate contains the following, wt. %: heat power plant slag 65–70, scrap

glass 13–18, sodium tetraborate crystalline decahydrate 10, sodium liquid glass 4, glycerine 3.

EFFECT: technical result is reduction of foaming temperature to 820–840 °C and duration of foaming to 15–18 minutes in production of artificial porous aggregate with improved technical and economic characteristics, recycling wastes.

1 cl, 1 tbl, 10 ex, 1 dwg

RU 2 725 365 C1

RU 2 725 365 C1

Изобретение относится к отрасли производства строительных материалов -
заполнителя искусственного пористого, применяемого в качестве заполнителя при
приготовлении легких бетонов по ГОСТ 25820-2014 и силикатных бетонов по ГОСТ
25214-82, а также в качестве засыпок для теплоизоляции кровель, стен, перекрытий,
5 полов нижних этажей зданий и сооружений различного назначения.

Известен состав пеношлакостекла (патент РФ №2448919, опубл. 27.04.2012, Бюл.
№12, МПК C03C 11/00), включающий: шлак ТЭС, борную кислоту, мел, магний
серноокислый, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

10	Шлак ТЭС	60-80
	Борная кислота	10-20
	Мел	5-10
	Магний серноокислый	5-10

Температура вспенивания 850-980°C, время вспенивания 10-30 минут.

15 Также известен состав гранулированного пеношлакостекла (патент РФ №2515520,
опубл. 10.05.2014, Бюл. №13, МПК C03C 11/00), включающий: шлак ТЭС, борную
кислоту, мел, стеклобой, при следующем соотношении, мас. %:

	Шлак ТЭС	55-70
	Борная кислота	10-20
20	Мел	1-5
	Стеклобой	14-25

Температура вспенивания 850-870°C, время вспенивания 30 минут.

Известен состав гранулированного пеношлакостекла (патент РФ №2528798, опубл.
20.09.2014, Бюл. №26, МПК C03C 11/00), включающий: шлак ТЭС, бой стекла (у нас
25 стеклобой), буру (у нас кристаллический декагидрат тетрабората натрия), антрацит,
при следующем соотношении компонентов, мас. %:

	Шлак ТЭС	50-60
	Бой стекла	30-40
	Бура	3-7
30	Антрацит	3-7

Температура вспенивания 800-850°C, время вспенивания - 10-25 минут.

35 Наиболее близким по составу является заполнитель пористый для легких бетонов
и теплоизоляционных засыпок (патент РФ №2604527, опубл. 10.12.2016, Бюл. №34,
МПК C04B 18/10), где в качестве сырьевых материалов шихты используют шлак ТЭС,
стеклобой, глицерин, борную кислоту, в следующем соотношении, мас. %:

	Шлак ТЭС	50-60
	Стеклобой	30-40
	Глицерин	4
40	Борная кислота	6

Температура вспенивания 850-870°C, время вспенивания 20 минут.

45 Проблема неэффективного вторичного использования золошлаковых отходов ТЭС
(золы и шлака), ежегодный объем образования которых на угольных ТЭС и ГРЭС
России превышает 30 млн. тонн, усиливает экологическую нагрузку на окружающую
среду и является экономически неоправданным. В золоотвалах России накоплено более
1,1 млрд. тонн золошлаковых отходов, но объемы их вторичного использования не
превышают 15% ежегодного выхода. Также существует острая проблема переполнения
действующих секций золоотвалов, что может привести к опасной ситуации, угрожающей

надежности эксплуатации угольных ТЭС, из-за недостатка свободной емкости золоотвалов для размещения ЗШО текущего выхода. В большинстве случаев при расширении емкости действующих золоотвалов или строительстве новых существуют технические проблемы, связанные с необходимостью выделения земельных участков и строительства дорогостоящих гидротехнических сооружений. Кроме того, реализация проектов строительства новых золоотвалов требует значительных финансовых затрат. Таким образом, в связи с ежегодным ростом затрат на содержание золоотвалов и устойчивой тенденцией ужесточения экологического законодательства, в России требуется разработка эффективных технологий переработки золошлаковых отходов ТЭС в товарную продукцию с целью увеличения их вторичного использования.

Кроме того, в России не отлажена система сбора и сортировки стеклобоя, дефицит и высокая стоимость (10-15 раз выше стоимости шлака ТЭС) не позволяет в полной мере обеспечить развитие промышленных технологий производства искусственных пористых стекломатериалов, например, пеностекла, но имеются большие запасы техногенных отходов, например, шлака ТЭС, который может быть использован в качестве альтернативного силикатного сырья.

Для производства вспененных стекломатериалов в большей степени пригоден шлак ТЭС, который характеризуется большей однородностью химического состава в сравнении с золой ТЭС; шлак практически не содержит несгоревших частиц твердого топлива («недожога»), а в золе этот показатель может достигать до 20%; на 85-98% состоит из аморфной алюмосиликатной стеклофазы.

Применение шлаков ТЭС в качестве основного компонента сырьевой смеси для производства искусственного пористого заполнителя, который имеет обширную сферу применения в строительных технологиях, является перспективным направлением крупномасштабного рециклинга указанных техногенных отходов и позволит снизить себестоимость производства заполнителя.

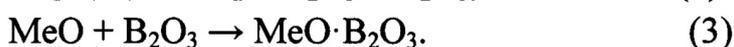
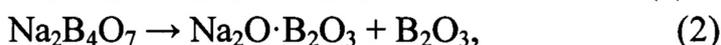
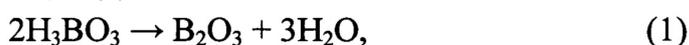
Технический результат изобретения заключается в увеличении количества утилизируемого шлака ТЭС (до 65-70%) при одновременном уменьшении количества дефицитного стеклобоя в составе сырьевой смеси (до 13-18%), снижении энергоемкости (температура вспенивания 820-840°C, длительность вспенивания 15-18 минут) и себестоимости производства искусственного пористого заполнителя с улучшенными технико-экономическими характеристиками.

Технический результат достигается за счет: введения в сырьевую смесь в качестве основного компонента дешевого и невостребованного техногенного отхода - шлака ТЭС; применения эффективного порообразователя - водного раствора глицерина и жидкого натриевого стекла; наличия в сырьевой смеси флюсующего материала - кристаллического декагидрата тетрабората натрия $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, взаимодействующего при обжиге с тугоплавкими минералами шлака ТЭС с образованием легкоплавких соединений и способствующего уменьшению вязкости расплава, как результат - снижение температуры и продолжительности вспенивания. Технический результат достигается при следующем соотношении компонентов сырьевой смеси, мас. %:

Шлак ТЭС	65-70
Стеклобой	13-18
Кристаллический декагидрат тетрабората натрия	10
Стекло натриевое жидкое	4
Глицерин	3

Использование кристаллического декагидрата тетрабората натрия $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (технической буры по ГОСТ 8429-77) в сравнении с борной кислотой H_3BO_3 (патенты №2515520, №2448919, №2604527), цена которой на 20-30% выше, позволяет снизить себестоимость производства искусственного пористого заполнителя без ухудшения его свойств.

Механизм взаимодействия борной кислоты H_3BO_3 и кристаллического декагидрата тетрабората натрия $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ с оксидами металлов в сырьевой смеси у данных материалов схож. При температуре выше $170,9^\circ\text{C}$ протекает реакция разложения борной кислоты (1) на оксид бора (B_2O_3) и воду в виде пара. Реакция термического разложения тетрабората натрия (2) протекает при температуре выше 742°C с образованием оксида бора (B_2O_3) и метабората натрия ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$). Образовавшийся в результате реакций (1) и (2) расплавленный B_2O_3 с оксидами металлов образует соли (бораты) согласно реакции (3).



Образованная в результате реакции разложения тетрабората натрия (2) натриевая соль метаборной кислоты 2NaBO_2 ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$) также взаимодействует с оксидами металлов в сырьевой смеси с образованием двойных солей ($\text{Me}_m\text{O}_n \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$). Таким образом, согласно реакциям (1)-(3) один моль тетрабората натрия взаимодействует с двумя молями металла, в то время как борная кислота лишь с одним.

Применение в сырьевой смеси для производства искусственного пористого заполнителя органического порообразователя - водного раствора стекла натриевого жидкого и глицерина в отличие от карбонатных (мел (патенты №2448919, №2515520)) и углеродных (антрацит (патент №2528798)) порообразователей позволяет получать заполнитель с более равномерной пористой структурой (фиг. 1), при этом процесс вспенивания протекает при более низких температурах и требует меньше времени, позволяя уменьшить энергозатраты. С технической точки зрения данный эффект может быть объяснен тем, что температура начала разложения технического глицерина составляет 290°C , что исключает возможность его неполного выгорания при температурах $820-840^\circ\text{C}$, кроме того, нахождение порообразователя в жидком состоянии позволяет обеспечить более равномерное его распределение в сырьевой смеси без дополнительного измельчения.

При использовании карбонатного порообразователя отдельные ячейки в пористой структуре заполнителя неравномерны как по форме, так и по величине, и при этом в структуре в значительной мере присутствуют поры со связанными друг с другом каналами, что приводит к снижению предела прочности заполнителя и увеличению водопоглощения.

Процесс производства искусственного пористого заполнителя предусматривает следующие технологические стадии: приготовление сырьевой смеси, формование полуфабриката гранул и термообработку гранул. Материалы, применяемые для приготовления сырьевой смеси для производства искусственного пористого заполнителя, должны соответствовать требованиям межгосударственных стандартов: шлак ГОСТ Р 57789-2017, стеклобой БС-1 ГОСТ 34035-2016, кристаллический декагидрат тетрабората натрия (техническая бура) марки Б ГОСТ 8429-77, стекло натриевое жидкое

марки Б ГОСТ 13078-81, глицерин технический марки Т-88 ГОСТ 6824-96. Для приготовления сырьевой смеси шлак ТЭС и стеклобой поворачивают помолу отдельно в шаровой мельнице до достижения размера частиц (фракции) не более 100 мкм; в смесителе смешивают компоненты порообразователь: стекло натриевое жидкое и глицерин с добавлением воды ГОСТ 23732-2011 в соотношении 4:3:3 (жидкое стекло : глицерин : вода). Далее шлак ТЭС, стеклобой, кристаллический декагидрат тетрабората натрия и порообразователь (водный раствор стекла натриевого жидкого и глицерина) смешивают в смесителе согласно разработанному рецепту в течение не менее 15 минут. Подготовленную сырьевую смесь гранулируют на тарельчатом грануляторе для образования шарообразных полуфабрикатов гранул размером от 5 до 15 мм в диаметре. Далее полуфабрикаты гранул сушат при температуре от 250 до 400°C в течение 10-15 минут в барабанной сушилке и обсыпают каолином КС-1 ГОСТ 21286-82 (2-3% от массы гранул) во избежание слипания гранул при термообработке. Полуфабрикаты гранул загружают во вращающуюся печь с охладителем для термообработки, в которой вспенивание проводится по ходу вращения гранул в первой половине печи при температуре 820-840°C (температура вспенивания) в течение 15-18 минут (время вспенивания), далее гранулы постепенно охлаждают во второй половине печи (охладителе) в интервале температур 600-300°C для фиксирования структуры искусственного пористого заполнителя.

В результате получаем искусственный пористый заполнитель, отличающийся низкими показателями насыпной плотности и водопоглощения, и высоким пределом прочности при сдавливании в цилиндре. В таблице 1 приведены свойства искусственного пористого заполнителя согласно ГОСТ 33928-2016.

Пример №1.

Для производства искусственного пористого заполнителя используют сырьевую смесь, содержащую следующие компоненты: шлак ТЭС, стеклобой, кристаллический декагидрат тетрабората натрия, стекло натриевое жидкое и глицерин. Состав сырьевой смеси, в данном случае следующий (состав №1), мас. %:

30	Шлак ТЭС	65
	Стеклобой	18
	Кристаллический декагидрат тетрабората натрия	10
	Стекло натриевое жидкое	4
35	Глицерин	3

Процесс производства искусственного пористого заполнителя описан выше. Для примера №1: температура вспенивания - 820°C, время вспенивания - 15 минут. Наличие в сырьевой смеси меньшего количества шлака ТЭС (65 мас. %), замедляющего процесс вспенивания и повышающего температуру и время вспенивания, и достаточного количества стеклобоя (18 мас. %) и тетрабората натрия (10 мас. %) - материалов, способствующих плавлению сырьевой смеси при пониженных температурах и уменьшающих вязкость расплава, позволяет получить искусственный пористый заполнитель с требуемыми характеристиками при температуре вспенивания 820°C и длительности - 15 минут. Состав №1 характеризуется относительно равномерным распределением пор (см. фиг. 1), при этом наблюдаются незначительные дефекты пористой структуры - одиночные поры большего диаметра, преобладают поры диаметром от 0,5 до 2,0 мм, общая пористость - высокая (до 65%). Свойства состава №1 представлены в таблице 1.

Пример №2.

Для производства искусственного пористого заполнителя используют сырьевую смесь, содержащую следующие компоненты: шлак ТЭС, стеклобой, кристаллический декагидрат тетрабората натрия, стекло натриевое жидкое и глицерин. Состав сырьевой смеси, в данном случае следующий (состав №2), мас. %:

	Шлак ТЭС	70
	Стеклобой	13
	Кристаллический декагидрат тетрабората натрия	10
10	Стекло натриевое жидкое	4
	Глицерин	3

Процесс производства искусственного пористого заполнителя описан выше. Для примера №2: температура вспенивания - 840°C, время вспенивания - 18 минут. Наличие в сырьевой смеси большего количества шлака ТЭС (70 мас. %), замедляющего процесс вспенивания и повышающего температуру и время вспенивания, и меньшего количества стеклобоя (13 мас. %) для получения искусственного пористого заполнителя с требуемыми характеристиками потребует незначительного увеличения температуры и длительности вспенивания: 840°C и 18 минут соответственно. Состав №2 характеризуется относительно равномерным распределением пор (см. фиг. 1), при этом наблюдаются незначительные дефекты пористой структуры - одиночные поры большего диаметра, преобладают поры диаметром от 0,5 до 2,5 мм, общая пористость - высокая (до 60%). Свойства состава №2 представлены в таблице 1.

Пример №3.

Для производства искусственного пористого заполнителя используют сырьевую смесь, содержащую следующие компоненты: шлак ТЭС, стеклобой, кристаллический декагидрат тетрабората натрия, стекло натриевое жидкое и глицерин. Состав сырьевой смеси, в данном случае следующий (состав №3), мас. %:

	Шлак ТЭС	67
	Стеклобой	16
	Кристаллический декагидрат тетрабората натрия	10
30	Стекло натриевое жидкое	4
35	Глицерин	3

Процесс производства искусственного пористого заполнителя описан выше. Для примера №3: температура вспенивания - 830°C, время вспенивания - 17 минут. Наличие в сырьевой смеси среднего количества шлака ТЭС (67 мас. %) и среднего количества стеклобоя (16 мас. %) позволяет получить искусственный пористый заполнитель с требуемыми характеристиками при температуре вспенивания 830°C и длительности 17 минут. Состав №3 характеризуется относительно равномерным распределением пор (см. фиг. 1), при этом наблюдаются незначительные дефекты пористой структуры - одиночные поры большего диаметра, преобладают поры диаметром от 0,5 до 2,3 мм, общая пористость - высокая (до 64%). Свойства состава №3 представлены в таблице 1.

Пример №4.

Для производства искусственного пористого заполнителя используют сырьевую смесь, содержащую следующие компоненты: шлак ТЭС, стеклобой, кристаллический

декагидрат тетрабората натрия, стекло натриевое жидкое и глицерин. Состав сырьевой смеси, в данном случае следующий (состав №4), мас. %:

5	Шлак ТЭС	67
	Стеклобой	16
	Кристаллический декагидрат тетрабората натрия	10
	Стекло натриевое жидкое	4
	Глицерин	3

10 Процесс производства искусственного пористого заполнителя описан выше. Для примера №4: температура вспенивания - 800°C, время вспенивания - 20 минут. Снижение температуры вспенивания с 820-840 до 800°C приводит к значительному снижению общей пористости до 48%, при этом закономерно увеличивается плотность и прочность
15 заполнителя (см. таблица 1). Состав №4 характеризуется равномерно распределенной мелкопористой неразвитой структурой (см. фиг. 1), диаметр пор - от 0,1 до 1,0 мм, общая пористость - низкая (до 48%). Снижение температуры вспенивания нецелесообразно с технической точки зрения, т.к. приводит к значительному ухудшению свойств и пористой структуры заполнителя. Свойства состава №4 представлены в
таблице 1.

20 Пример №5.

Для производства искусственного пористого заполнителя используют сырьевую смесь, содержащую следующие компоненты: шлак ТЭС, стеклобой, кристаллический декагидрат тетрабората натрия, стекло натриевое жидкое и глицерин. Состав сырьевой смеси, в данном случае следующий (состав №5), мас. %:

25	Шлак ТЭС	67
	Стеклобой	16
	Кристаллический декагидрат тетрабората натрия	10
30	Стекло натриевое жидкое	4
	Глицерин	3

Процесс производства искусственного пористого заполнителя описан выше. Для примера №5: температура вспенивания - 900°C, время вспенивания - 20 минут. При
35 увеличении температуры вспенивания с 820-840 до 900°C наблюдается увеличение размера пор (см. фиг. 1), как результат - снижение плотности и прочности заполнителя, увеличение водопоглощения (см. таблицу 1). Внутренняя структура состава №5 характеризуется неравномерным распределением пор, присутствуют дефекты - мелко- и крупнопористые участки, ухудшающие свойства, поры - преимущественно
40 изолированные, диаметр пор - от 0,1 до 8,0 мм, общая пористость - высокая (до 65%). Увеличение температуры вспенивания нецелесообразно, как с экономической, так и с технической точки зрения, т.к. приводит к увеличению себестоимости производства искусственного пористого заполнителя без улучшения его свойств. Свойства состава №5 представлены в таблице 1.

Пример №6.

45 Для производства искусственного пористого заполнителя используют сырьевую смесь, содержащую следующие компоненты: шлак ТЭС, стеклобой, кристаллический декагидрат тетрабората натрия, стекло натриевое жидкое и глицерин. Состав сырьевой смеси, в данном случае следующий (состав №6), мас. %:

	Шлак ТЭС	55
	Стеклобой	28
	Кристаллический декагидрат тетрабората натрия	10
5	Стекло натриевое жидкое	4
	Глицерин	3

Процесс производства искусственного пористого заполнителя описан выше. Для примера №6: температура вспенивания - 830°C, время вспенивания - 17 минут. Снижение количества шлака ТЭС с 65-70 до 55 мас. %, замедляющего процесс вспенивания и повышающего температуру и время вспенивания, и одновременное увеличение количества стеклобоя с 13-18 до 28 мас. % - компонента, способствующего плавлению сырьевой смеси при пониженных температурах и уменьшающего вязкость расплава, положительно влияет на процесс порообразования. Внутренняя структура состава №5 (см. фиг. 1) характеризуется равномерным распределением пор, поры - изолированные, преобладают поры диаметром - от 0,5 до 3,0 мм, общая пористость - высокая (до 71%). Наблюдается уменьшение плотности и прочности заполнителя, а также увеличение водопоглощения. Снижение количества шлака ТЭС в составе №6 нецелесообразно с экономической точки зрения, т.к. приводит к увеличению ресурсоемкости и себестоимости производства заполнителя и уменьшению количества утилизируемых промышленных отходов. Свойства состава №6 представлены в таблице 1.

Пример №7.

Для производства искусственного пористого заполнителя используют сырьевую смесь, содержащую следующие компоненты: шлак ТЭС, стеклобой, кристаллический декагидрат тетрабората натрия, стекло натриевое жидкое и глицерин. Состав сырьевой смеси, в данном случае следующий (состав №7), мас. %:

	Шлак ТЭС	83
	Стеклобой	0
	Кристаллический декагидрат тетрабората натрия	10
30	Стекло натриевое жидкое	4
	Глицерин	3

Процесс производства искусственного пористого заполнителя описан выше. Для примера №7: температура вспенивания - 830°C, время вспенивания - 17 минут. Увеличение количества шлака ТЭС с 65-70 до 83 мас. % - компонента сырьевой смеси, который замедляет процесс вспенивания и повышает температуру и время вспенивания, приводит к значительному снижению общей пористости до 40%, при этом закономерно увеличивается плотность и прочность заполнителя. Состав №7 характеризуется неравномерным распределением пор (см. фиг. 1), пористость практически отсутствует, в структуре наблюдаются одиночные поры большого диаметра, общая пористость - низкая (до 40%). Уменьшение количества шлака ТЭС нецелесообразно с технической точки зрения, т.к. приводит к значительному ухудшению свойств и пористой структуры заполнителя. Свойства состава №7 представлены в таблице 1.

Пример №8.

Для производства искусственного пористого заполнителя используют сырьевую смесь, содержащую следующие компоненты: шлак ТЭС, стеклобой, кристаллический декагидрат тетрабората натрия, стекло натриевое жидкое и глицерин. Состав сырьевой смеси, в данном случае следующий (состав №8), мас. %:

	Шлак ТЭС	67
	Стеклобой	18
	Кристаллический декагидрат тетрабората натрия	5
5	Стекло натриевое жидкое	6
	Глицерин	4

Процесс производства искусственного пористого заполнителя описан выше. Для примера №8: температура вспенивания - 830°C, время вспенивания - 17 минут.

Уменьшение количества тетрабората натрия с 10 до 5 мас. %, выполняющего роль флюса (плавня), который при высоком содержании шлака ТЭС способствует образованию легкоплавких соединений и снижает температуру и продолжительности вспенивания, приводит к снижению общей пористости до 52%, значительному увеличению плотности и прочности заполнителя. Состав №8 характеризуется неравномерным распределением пор (см. фиг. 1), присутствуют незначительные дефекты пористой структуры - одиночные поры большего диаметра, преобладают поры диаметром от 0,1 до 1,5 мм, общая пористость - низкая (до 52%). Уменьшение количества тетрабората натрия нецелесообразно с технической точки зрения, т.к. приводит к значительному ухудшению пористой структуры. Свойства состава №8 представлены в таблице 1.

20 Пример №9.

Для производства искусственного пористого заполнителя используют сырьевую смесь, содержащую следующие компоненты: шлак ТЭС, стеклобой, кристаллический декагидрат тетрабората натрия, стекло натриевое жидкое и глицерин. Состав сырьевой смеси, в данном случае следующий (состав №9), мас. %:

25	Шлак ТЭС	67
	Стеклобой	8
	Кристаллический декагидрат тетрабората натрия	15
30	Стекло натриевое жидкое	6
	Глицерин	4

Процесс производства искусственного пористого заполнителя описан выше. Для примера №9: температура вспенивания - 830°C, время вспенивания - 17 минут. Как видно из таблицы 1 и фиг. 1, одновременное увеличение в сырьевой смеси количества тетрабората натрия с 10 до 15 мас. % и порообразователя (смеси жидкого натриевого стекла и глицерина) - с 7 до 10 мас. %, наиболее дорогостоящих сырьевых компонентов, не приводит к значительному улучшению свойств искусственного пористого заполнителя, однако при этом увеличивается себестоимость его производства, а пористая структура отличается крайней неравномерностью (фиг. 1): присутствуют дефекты в виде мелко- и крупнопористых участков, которые ухудшают свойства материала (снижают прочности и увеличивают водопоглощение), диаметр пор - от 0,1 до 8,0 мм, общая пористость - высокая (до 68%). Увеличение количества тетрабората натрия и порообразователя нецелесообразно с экономической точки зрения, т.к. приводит к значительному увеличению себестоимости производства искусственного пористого заполнителя. Свойства состава №9 представлены в таблице 1.

Пример №10.

Для производства искусственного пористого заполнителя используют сырьевую смесь, содержащую следующие компоненты: шлак ТЭС, стеклобой, кристаллический

декагидрат тетрабората натрия, стекло натриевое жидкое и глицерин. Состав сырьевой смеси, в данном случае следующий (состав №10), мас. %:

Шлак ТЭС	67
Стеклобой	18
Кристаллический декагидрат тетрабората натрия	10
Стекло натриевое жидкое	3
Глицерин	2

Процесс производства искусственного пористого заполнителя описан выше. Для примера №10: температура вспенивания - 830°C, время вспенивания - 17 минут. Как видно из таблицы 1 и фиг. 1, уменьшение количества жидкого натриевого стекла (с 3 до 2 мас. %) и глицерина (с 4 до 3 мас. %), выполняющих роль порообразователя, с целью снижения себестоимости производства приводит к снижению общей пористости до 50%, значительному увеличению плотности и прочности заполнителя. Состав №10 характеризуется неравномерным распределением пор (см. фиг. 1), присутствуют незначительные дефекты пористой структуры - одиночные поры большего диаметра, преобладают поры диаметром от 0,1 до 1,5 мм, общая пористость - низкая (до 50%). Уменьшение количества порообразователя (смеси жидкого натриевого стекла и глицерина) нецелесообразно с технической точки зрения, т.к. приводит к значительному ухудшению пористой структуры. Свойства состава №10 представлены в таблице 1.

Свойства полученных составов искусственного пористого заполнителя согласно ГОСТ 33928-2016 представлены в таблице 1.

№ состава	Фракция, мм	Марка по насыпной плотности	Марка по прочности	Водопоглощение, % по массе, не более
1	от 10 до 20	M450	П125	20
2	от 10 до 20	M450	П125	20
3	от 10 до 20	M450	П125	20
4	от 10 до 20	M600	П150	20
5	от 10 до 20	M350	П75	25
6	от 10 до 20	M350	П50	25
7	от 10 до 20	M700	П200	18
8	от 10 до 20	M500	П125	20
9	от 10 до 20	M400	П75	25
10	от 10 до 20	M600	П150	20

Как видно из таблицы 1 и фиг. 1, требуемым техническим уровнем обладают составы №№1-3, в которых достигнуто оптимальное сочетание технических характеристик и себестоимости при одновременной утилизации 65-70 мас. % шлака ТЭС - невостребованного техногенного отхода. Составы №№3-10 вследствие технологических особенностей их производства и возникающих дефектов внутренней структуры не могут обеспечить требуемого уровня свойств и/или себестоимости и являются менее пригодными для производства искусственного пористого заполнителя.

(57) Формула изобретения

Сырьевая смесь для производства искусственного пористого заполнителя содержит

шлак ТЭС, стеклобой и глицерин, отличающаяся тем, что дополнительно содержит кристаллический декагидрат тетрабората натрия и стекло натриевое жидкое при следующем соотношении компонентов, мас. %:

5	шлак ТЭС	65 – 70
	стеклобой	13 – 18
	кристаллический декагидрат тетрабората натрия	10
	стекло натриевое жидкое	4
	глицерин	3

10

15

20

25

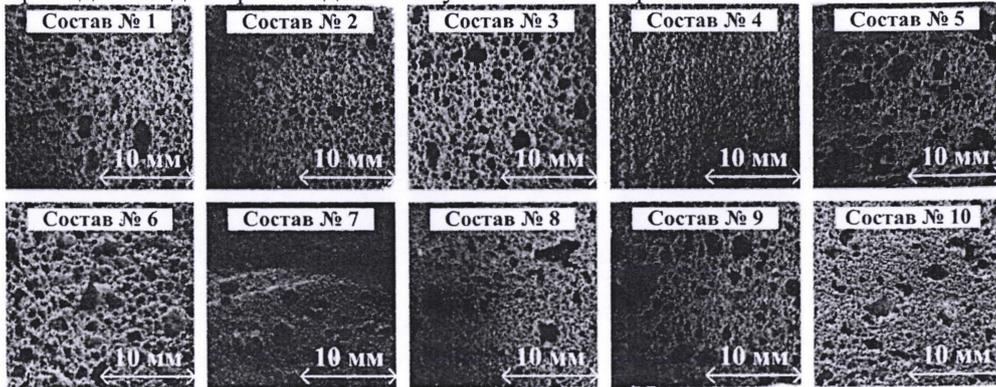
30

35

40

45

пригодными для производства искусственного пористого заполнителя.



Фиг. 1