

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2626480

### ШИХТА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО ОГНЕУПОРНОГО БЕТОНА

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Нургалиев Денис Фанисович (RU), Сизяков Виктор Михайлович (RU), Утков Владимир Афонасьевич (RU), Сизякова Екатерина Викторовна (RU)*

Заявка № 2016124879

Приоритет изобретения 21 июня 2016 г.

Дата государственной регистрации в  
Государственном реестре изобретений  
Российской Федерации 28 июля 2017 г.

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает 21 июня 2036 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Ивлиев





(51) МПК  
*C04B 28/18* (2006.01)  
*C04B 12/00* (2006.01)  
*C04B 38/00* (2006.01)  
*C04B 111/40* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016124879, 21.06.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 21.06.2016

Дата регистрации:  
 28.07.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 21.06.2016

(45) Опубликовано: 28.07.2017 Бюл. № 22

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
 ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный  
 университет", отдел интеллектуальной  
 собственности и трансфера технологий (отдел  
 ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

Нурғалиев Денис Фанисович (RU),  
 Сизяков Виктор Михайлович (RU),  
 Утков Владимир Афонасьевич (RU),  
 Сизякова Екатерина Викторовна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное  
 образовательное учреждение высшего  
 образования "Санкт-Петербургский горный  
 университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
 о поиске: RU 2003136917 А, 10.06.2005. RU  
 2247096 С1, 27.02.2005. RU 2057738 С1,  
 10.04.1996. RU 2323190 С1, 27.04.2008. RU  
 93039901 А, 10.03.1996. RU 96110098 А,  
 20.08.1998. US 4144121 А, 13.03.1979. US  
 5264168 А1, 23.11.1993. ГЕРШБЕРГ А. О.  
 Технология бетонных и железобетонных  
 изделий, Москва, Промстройиздат, 1957, с.  
 15, 17.

(54) ШИХТА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО ОГНЕУПОРНОГО БЕТОНА

(57) Реферат:

Изобретение относится к области получения безобжиговых теплоизоляционных огнеупорных изделий для металлургии и теплоэнергетики для футеровки тепловых агрегатов, металлоплавильных и металлоразливочных устройств, электролизеров в алюминиевом и других высокотемпературных производствах. Шихта для изготовления теплоизоляционного огнеупорного бетона, содержащая диатомит, размолотый до удельной поверхности не менее 3000 см<sup>2</sup>/г, волластонитовый концентрат в виде монофракции с длиной игл 80 мкм, причем смесь

волластонита (кристаллической структуры и аморфной формы) и диатомита находится в соотношении 50:50, содержит нефелиновый шлам с влажностью 15-20% и указанные диатомит и концентрат в соотношении 1:1 при следующем соотношении компонентов, масс. %: указанный диатомит 26-35, указанный волластонитовый концентрат 26-35, указанный нефелиновый шлам (в пересчете на SiO<sub>2</sub>) остальное. Технический результат - повышение теплоизоляционных свойств с улучшением экологии производства. 1 пр., 2 табл., 1 ил.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*C04B 28/18* (2006.01)  
*C04B 12/00* (2006.01)  
*C04B 38/00* (2006.01)  
*C04B 111/40* (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2016124879, 21.06.2016**(24) Effective date for property rights:  
**21.06.2016**Registration date:  
**28.07.2017**

Priority:

(22) Date of filing: **21.06.2016**(45) Date of publication: **28.07.2017** Bull. № 22

Mail address:

199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU  
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet", otdel  
intellektualnoj sobstvennosti i transfera tekhnologij  
(otdel IS i TT)

(72) Inventor(s):

**Nurgaliev Denis Fanisovich (RU),  
Sizyakov Viktor Mikhajlovich (RU),  
Utkov Vladimir Afonasevich (RU),  
Sizyakova Ekaterina Viktorovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj  
universitet" (RU)**

**(54) CHARGE FOR MANUFACTURING HEAT-INSULATING REFRACTORY CONCRETE**

(57) Abstract:

FIELD: construction.

SUBSTANCE: charge for the production of heat-insulating refractory concrete, containing diatomite, ground to a specific surface of at least 3000 cm<sup>2</sup>/W, wollastonite concentrate in the form of monofraction with a needle length of 80 mcm, wherein the mixture of wollastonite (crystalline structure and amorphous form) and diatomite is in a ratio of 50:50, contains

nepheline sludge with moisture content of 15-20%, and said diatomite and concentrate in the ratio of 1:1 at the following ratio of components, wt %: said diatomite 26-35, said wollastonite concentrate 26-35, said nepheline sludge (in terms of SiO<sub>2</sub>) the rest.

EFFECT: increasing heat-insulating properties with improvement of production ecology.

1 ex, 2 tbl, 1 dwg

Изобретение относится к области получения безобжиговых теплоизоляционных огнеупорных изделий для металлургии и теплоэнергетики для футеровки тепловых агрегатов, металлоплавильных и металлоразливочных устройств, электролизеров в алюминиевом и других высокотемпературных производствах.

5 Известна сырьевая смесь для изготовления газобетона (заявка на изобретение РФ №96110098/03, опубл. 20.08.1998.), включающая минеральное вяжущее, кварцевый песок, известь комовую, сульфат натрия, пудру алюминиевую, стиральный порошок типа "Лотос" и воду, отличающаяся тем, что она содержит дополнительно в составе минерального вяжущего от 30 до 75 процентов нефелинового шлама при следующем  
10 соотношении компонентов, мас. %: портландцемент - 6,9-20,6; нефелиновый шлам - 8,8-21,0; песок речной - 27,9-34,3; известь комовая - 3,2-3,9; пудра алюминиевая - 0,06-0,1; стиральный порошок "Лотос" - 0,002-0,004; вода - 32,5-40,2.

Недостатком состава является использование в составе шихты комовой извести, которая оказывает вредное воздействие на окружающую среду.

15 Известна масса для огнеупорных изделий (заявка на изобретение РФ №2003124104, опубл. 27.02.2005), включающая двухкальциевый силикат, который используют в форме нефелинового шлама двух фракций, больше 0,3 мм и меньше 0,3 мм, дополнительно содержит жидкое стекло при следующем соотношении компонентов, % по массе: двухкальциевый силикат фракции больше 0,3 мм - 47-62, двухкальциевый силикат  
20 фракции меньше 0,3 мм - 22-35, жидкое стекло (в пересчете на щелочной силикат) 16-18.

Недостатком является практически невозможное фракционирование - разделение содержащегося в структуре нефелинового шлама двухкальциевого силиката на фракции больше 0,3 мм и меньше 0,3 мм.

25 Известно жаростойкое вяжущее (заявка на изобретение РФ №93039901/33, опубл. 10.03.1996), включающее  $\beta$ -CzS содержащий компонент, растворимое стекло и алюмосиликатную добавку для стабилизации прочностных и деформативных характеристик в широком интервале температур и повышения термостойкости получаемого на его основе искусственного камня, в качестве  $\beta$ -CzS содержащего  
30 компонента включает техногенное вещество, выбранное из группы: нефелиновый шлам, сталеплавильный шлак с содержанием  $\beta$ -CzS не менее 60%, в качестве растворимого стекла - натриевое растворимое стекло с силикатным модулем  $M_c=1-2$ , а в качестве алюмосиликатной добавки - необожженную и обожженную при  $T=700-750^\circ\text{C}$  цеолитовую породу, представленную минералами из группы морденита или  
35 гейландита при следующем соотношении компонентов, мас. %:  $\beta$ -CzS содержащий компонент, включающий техногенное вещество, выбранное из группы: нефелиновый шлам, сталеплавильный шлак с содержанием  $\beta$ -CzS не менее 60% 55-75, необожженная цеолитовая порода 5-10, обожженная цеолитовая порода 15-25, натриевое растворимое стекло ( $M_c=1-2$ ) 5-10. В качестве нефелинового шлама используют шлам с соотношением  
40 растворимых и нерастворимых алюминатных фаз 1:(2-3).

Недостатком данного состава является использование нефелинового шлама с соотношением растворимых и нерастворимых алюминатных фаз 1:(2-3), разделение и дозировка которых практически невозможны.

45 Известен жаростойкий шлакощелочной пенобетон (заявка на изобретение 2006104395/03, опубл. 20.09.2007), содержащий, мас. %: низкомолекулярное жидкое стекло плотностью  $1,48 \text{ г/см}^3$  30,70-33,90, тонкодисперсный шлак 17,25-17,35, пенообразователь 0,17-0,20, тонкодисперсный нефелиновый шлам 14,90-15,30, тонкодисперсный вспученный

вермикулит плотностью 200 кг/м<sup>3</sup> 11,80-12,40, нейтрализованный гальваношлам с влажностью 80% 13,85-14,60, осадок очистных сооружений станций водоподготовки с влажностью 80%, содержащий гидроксид алюминия Al(OH)<sub>3</sub>, 8,13-9,45.

Недостатком состава является использование неподготовленного тонкодисперсного нефелинового шлама, что приводит к снижению жаростойкости и теплоизоляционных свойств жаростойкого шлакощелочного пенобетона.

Известна смесь для изготовления теплоизоляционных изделий (заявка на изобретение РФ №99125910/03, опубл. 09.12.1999), включающая композиционное вяжущее на основе активированных техногенных отходов алюмосиликатного состава, пенополистирольный наполнитель, воздухововлекающую и водоредуцирующую добавки и воду. Технический результат - создание теплоизоляционного полистиролбетона пониженной теплопроводности при обеспечении требуемых прочности, водостойкости и морозостойкости.

Недостатком данного состава является большая неоднородность его компонентов по химическому составу, что не гарантирует стабильность свойств заданного состава смеси, содержащей большое количество (более 10-ти) компонентов, различающихся по химическому составу и физическим свойствам.

Известна шихта для изготовления термосиликатного материала (заявка на изобретение РФ №2003136917, опубл. 10.06.2005), принятая за прототип, содержащая известь гашеную, кремнеземистый компонент и волластонит, также содержит в качестве кремнеземистого компонента диатомит, волластонит - в виде волластонитового монофракционного концентрата, содержащего не менее 90% фракции с размером игл 80 мкм и дополнительно - нефелиновый шлам и полуводный гипс при следующем соотношении компонентов, масс. %: известь гашеная 22-28; диатомит 26-35; указанный волластонитовый концентрат 26-35; нефелиновый шлам 5-10; полуводный гипс 3-10.

Недостатком состава является использование в составе шихты гашеной извести, которая оказывает вредное воздействие на окружающую среду. Также недостатком данного состава является использование полуводного гипса, который имеет высокую теплопроводность. Замена доли полуводного гипса позволит значительно уменьшить теплопроводность конечной продукции.

Техническим результатом изобретения является состав шихты, позволяющий получать продукцию, обладающую повышенными теплоизоляционными свойствами с улучшением экологии производства.

Технический результат достигается тем, что шихта для изготовления теплоизоляционного огнеупорного бетона содержит волластонитовый монофракционный концентрат в виде монофракции с размером игл 80 мкм, нефелиновый шлам с влажностью 15-20% и указанные диатомит, размолотый до удельной поверхности не менее 3000 см<sup>2</sup>/г, и концентрат в соотношении 1:1 при следующем соотношении компонентов, масс. %:

указанный диатомит	26-35
указанный волластонитовый концентрат	26-35
указанный нефелиновый шлам (в пересчете на SiO <sub>2</sub> )	остальное

Шихта для изготовления теплоизоляционного огнеупорного бетона поясняется следующей фигурой:

фиг. 1 - график соотношения выноса парниковых газов и содержания нефелинового шлама в составе смеси.

Заявляемый состав шихты для изготовления теплоизоляционного огнеупорного

бетона включает следующие компоненты, их содержание, масс. %:

указанный диатомит	26-35
указанный волластонитовый концентрат	26-35
указанный нефелиновый шлам (пересчете на SiO <sub>2</sub> )	остальное

5

Состав шихты для изготовления теплоизоляционного огнеупорного бетона, включает кремнеземистый компонент - нефелиновый шлам (в пересчете на SiO<sub>2</sub> 35-48 мас. %) и наполнитель (остальное количество) - смесь волластонита (кристаллической структуры и аморфной формы) и диатомита при их соотношении 50:50. Особенностью данного

10

состава является повышенное содержание нефелинового шлама, что способствует увеличению температуростойкости изделий, характеризуемой снижением усадки. Нефелиновое диатомито-волластонитовое вяжущее является основой шихты для изготовления теплоизоляционного огнеупорного бетона и в сочетании с заполнителем они обеспечивают хорошие теплоизоляционные и термостойкие свойства изделиям и

15

имеют высокие показатели прочностных свойств. Введение в состав силикатной массы нефелинового шлама, представленного на 70-80% двухкальциевым силикатом - 2CaOSiO<sub>2</sub> (его β - и α-модификациями), а в качестве примесей содержащего силикаты, алюминаты, ферриты, карбонаты кальция и др. соединения, позволяет усилить вяжущие свойства силикатной массы и увеличить прочностные характеристики изделий, так как в процессе автоклавной обработки теплоизоляционных огнеупорных изделий минералы нефелинового шлама как самостоятельно участвуют в процессе твердения, так и взаимодействуют с компонентами диатомитового вяжущего с дополнительным образованием соединений группы гидроалюмосиликатов. Следует отметить высокую пористость частиц нефелинового шлама - 30-60% при наличии пор с размерами от 10

20

25

до 1000 мкм, что увеличивает общую пористость изделий, произведенных из теплоизоляционного огнеупорного бетона. Использование волластонитового концентрата в виде монофракции (с длиной игл 80 мкм) способствует формированию более пористых макроструктур теплоизоляционного огнеупорного материала.

30

Отличительной особенностью состава шихты для изготовления теплоизоляционного огнеупорного бетона является формирование пористой структуры изделий при использовании комплекса технологических приемов, таких как:

- подбор зернового состава компонентов силикатной смеси с предельно низкими значениями рыхлонасыпанной и уплотненной масс;
- подбор оптимального сочетания сырьевых материалов и состава силикатных масс;
- регулирование водотвердого отношения;
- применение добавок, стабилизирующих поризованную массу и интенсифицирующих первоначальные процессы схватывания и твердения;
- формование изделий в металлические формы, предварительно подогретые до 35-45°С;
- подсушивание (выдержка) изделий в формах.

35

40

#### Пример

Подготовка сырьевых компонентов производится отдельным способом. Диатомит высушивается и размалывается в шаровой мельнице до удельной поверхности не менее 3000 см<sup>2</sup>/г. Нефелиновый шлам поставляется с влажностью 15-20% с отделения промывки шлама после выщелачивания (например, Ачинским или Пикалевским глиноземным комбинатом). Волластонитовый концентрат используется в виде монофракции (Воксил 80).

45

Для приготовления поризованной шихты в объеме  $1 \text{ м}^3$  в процессе изготовления теплоизоляционного огнеупорного бетона вводятся нефелиновый шлам влажностью 15-20%, диатомит, волластонитовый концентрат в смеси с водой в количестве 16-19 литров. Компоненты шихты для изготовления теплоизоляционного огнеупорного бетона активно перемешиваются в мешалке до заданного объема, соответствующего 5 необходимой плотности свежеформованного изделия ( $1100-1400 \text{ кг/м}^3$ ). Поризованная масса выкладывается в разъемные, предварительно смазанные и подогретые металлические формы, изделия в формах подсушиваются. После набора необходимой распалубочной прочности изделия извлекаются из форм и направляются в автоклав 10 для завершения процессов твердения по режиму 2-(6-8)-(2,5-3) часа при температуре  $175^\circ\text{C}$  и давлении 0,8 МПа. Затвердевшие после тепловлажностной обработки (автоклавирования) образцы-изделия прокаливаются при температуре  $300-350^\circ\text{C}$  для удаления избыточной влаги и снятия внутренних напряжений, образующихся в процессе 15 тепловлажностной обработки. Прокаливание приводит к уплотнению силикатного геля и частичной кристаллизации гелеобразных новообразований, что способствует увеличению прочностных характеристик изделий.

Полученные по предлагаемым составам изделия имеют открытую пористость - 40-45%, предел прочности при сжатии от 16 до 18 МПа и термостойкость более  $1200^\circ\text{C}$  и 20 могут использоваться для теплоизоляционной оснастки при выплавке алюминия.

#### Шихта для изготовления теплоизоляционного огнеупорного бетона

Для получения теплоизоляционных огнеупорных материалов были приготовлены смеси с различным содержанием компонентов. Данные по составу смесей, химических и физико-механических свойств, полученных на их основе материалов, представлены 25 в таблице 2.

30

35

40

45

Таблица 2

№ п/п	Предлагаемый состав шихты					
	Состав шихты	Содержание, %	Качественные показатели			
			С <sub>сж</sub> , отн. %	Термостойкость, отн. %	Теплопроводность, отн. %	Прочность образцов при сжатии, МПа
5	Диатомит	26-35	0	150	190	195
	Волластонитовый концентрат	26-35	0	150	190	195
	Нефелиновый шлам	35-48	0	150	190	195
10	Диатомит	25	0	142	183	188
	Волластонитовый концентрат	25				
	Нефелиновый шлам	50				
15	Диатомит	26	0	145	181	188
	Волластонитовый концентрат	26				
	Нефелиновый шлам	48				
20	Диатомит	30	0	150	190	195
	Волластонитовый концентрат	30				
	Нефелиновый шлам	40				
25	Диатомит	35	0	143	181	186
	Волластонитовый концентрат	35				
	Нефелиновый шлам	30				

В качестве сравнения приведены данные химических и физико-механических показателей состава шихты прототипа (табл. 1), где исходные показатели были приняты за 100%.

Таблица 1

№ п/п	Прототип					
	Компонент	Содержание, %	Качественные показатели			
			С <sub>сж</sub> , отн. %	Термостойкость, отн. %	Теплопроводность, отн. %	Прочность образцов при сжатии, МПа
1	Известь	22-28	100	100	100	100
2	Диатомит	26-35				
3	Волластонитовый концентрат	26-35				
4	Нефелиновый шлам	5-10				
5	Полуводный гипс	3-10				

(57) Формула изобретения

Шихта для изготовления теплоизоляционного огнеупорного бетона, содержащая диатомит, размолотый до удельной поверхности не менее 3000 см<sup>2</sup>/г, волластонитовый концентрат в виде монофракции с длиной игл 80 мкм, причем смесь волластонита

(кристаллической структуры и аморфной формы) и диатомита находится в соотношении 50:50, отличающаяся тем, что она содержит нефелиновый шлам с влажностью 15-20% и указанные диатомит и концентрат в соотношении 1:1 при следующем соотношении компонентов, масс. %:

5	указанный диатомит	26-35
	указанный волластонитовый концентрат	26-35
	указанный нефелиновый шлам (в пересчете на SiO <sub>2</sub> )	остальное

10

15

20

25

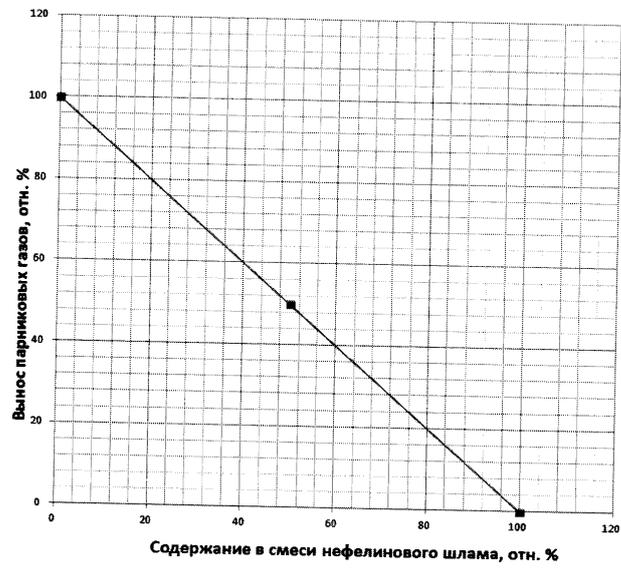
30

35

40

45

**ШИХТА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО  
ОГНЕУПОРНОГО БЕТОНА**



**Фиг. 1**