

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ
№ 2855463

**СОСТАВ ШИХТЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ
ПЕНОКЕРАМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА**

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II" (RU)*

Авторы: *Матвеева Вера Анатольевна (RU), Пашкевич Мария Анатольевна (RU), Сверчков Иван Павлович (RU), Игнатченко Полина Павловна (RU)*

Заявка № **2025115708**

Приоритет изобретения **06 июня 2025 г.**

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации **02 февраля 2026 г.**

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает **06 июня 2045 г.**

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Ю.С. Зубов





(51) МПК
C04B 38/00 (2006.01)
C04B 18/04 (2006.01)
C04B 33/132 (2006.01)
C03C 11/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C04B 38/00 (2025.08); *C04B 18/04* (2025.08); *C04B 33/132* (2025.08); *C03C 11/00* (2025.08)

(21)(22) Заявка: 2025115708, 06.06.2025

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.06.2025

Дата регистрации:
02.02.2026

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 06.06.2025

(45) Опубликовано: 02.02.2026 Бюл. № 4

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
 ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный
 университет императрицы Екатерины II",
 Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Матвеева Вера Анатольевна (RU),
 Пашкевич Мария Анатольевна (RU),
 Сверчков Иван Павлович (RU),
 Игнатченко Полина Павловна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего
 образования "Санкт-Петербургский горный
 университет императрицы Екатерины II"
 (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: RU 2817428 C1, 16.04.2024. RU
 2655499 C1, 28.05.2018. RU 2606539 C1,
 10.01.2017. RU 2799217 C1, 04.07.2023. RU
 2608095 C1, 13.01.2017. DE 1496555 A1,
 05.02.1970.

(54) СОСТАВ ШИХТЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕНОКЕРАМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

(57) Реферат:

Изобретение относится к химическому составу сырьевой массы, используемой для получения строительных материалов, в частности пенокерамического теплоизоляционного материала. Техническим результатом является утилизация техногенных отходов и получение пенокерамических материалов с низкими показателями теплопроводности. Состав шихты для получения пенокерамического материала

содержит карбид кремния, воду и дополнительно кремнеземсодержащие отходы обогащения полевошпатового сырья, являющиеся пенными продуктами флотации, которые были получены в процессе производства полевошпатового концентрата, измельченные до размера частиц менее 75 мкм, в качестве воды используют воду для бетонов и строительных растворов, при определенном соотношении компонентов. 1 табл.

RU 2 855 463 C1

RU 2 855 463 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C04B 38/00 (2006.01)
C04B 18/04 (2006.01)
C04B 33/132 (2006.01)
C03C 11/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

C04B 38/00 (2025.08); C04B 18/04 (2025.08); C04B 33/132 (2025.08); C03C 11/00 (2025.08)(21)(22) Application: **2025115708, 06.06.2025**(24) Effective date for property rights:
06.06.2025Registration date:
02.02.2026

Priority:

(22) Date of filing: **06.06.2025**(45) Date of publication: **02.02.2026** Bull. № 4

Mail address:

199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet
imperatritsy Ekateriny II", Patentno-litsenziornyj
otdel

(72) Inventor(s):

**Matveeva Vera Anatolevna (RU),
Pashkevich Mariia Anatolevna (RU),
Sverchkov Ivan Pavlovich (RU),
Ignatchenko Polina Pavlovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi
universitet imperatritsy Ekateriny II» (RU)**

(54) **COMPOSITION OF BATCH FOR OBTAINING FOAM CERAMIC MATERIAL**

(57) Abstract:

FIELD: building materials.

SUBSTANCE: invention relates to the chemical composition of a raw material mixture used to obtain building materials, in particular a foam ceramic thermal insulation material. The composition of the batch for obtaining a foam ceramic material contains silicon carbide, water and additionally silica-containing wastes from the enrichment of feldspar raw materials, which are flotation froth products that were obtained in the

process of producing feldspar concentrate, ground to a particle size of less than 75 mcm, water for concrete and building mortars is used as water, with a certain ratio of components.

EFFECT: utilisation of man-made waste and obtaining foam ceramic materials with low thermal conductivity indicators.

1 cl, 1 tbl

Изобретение относится к химическому составу сырьевой массы, используемой для получения строительных материалов, в частности пенокерамического теплоизоляционного материала.

5 Известен состав шихты для получения вспененного теплоизоляционного материала (патент РФ № 2655499, опубл. 28.05.2018), где шихта для получения вспененного теплоизоляционного материала содержит, мас. %: аморфную кремнеземистую породу 50-52, гидроксид натрия 14-16, прокаленную доломитовую муку 4-6, воду 26-28.

Недостатком данного состава является использование опасного в санитарном и коррозионном отношениях гидроксида натрия в качестве щелочного компонента.

10 Известен состав шихты и способ получения вспененного теплоизоляционного материала (патент РФ № 2606539, опубл. 10.01.2017), где шихта для получения теплоизоляционного материала содержит, мас. %: аморфную кремнеземистую породу 48-55, сухой гидроксид натрия 15-18, алюмосиликатный компонент 3-5, воду 24-35.

15 Недостатком данного состава является использование опасного в санитарном и коррозионном отношениях гидроксида натрия в качестве щелочного компонента.

Известен состав шихты для получения теплоизоляционных блоков из отходов переработки апатито-нефелиновых руд (патент РФ № 2799217, опубл. 04.07.2023), где шихта для получения теплоизоляционных блоков включает кремнеземсодержащий компонент, щелочной компонент, газообразователь и воду. В качестве кремнеземистого 20 компонента она содержит нефелинсодержащие отходы переработки апатито-нефелиновых руд - хвосты апатитовой флотации при следующем соотношении компонентов, мас. %: кремнеземистый компонент 60-80; щелочной компонент 9-26; газообразователь 0-1; вода 11-23.

25 Недостатком данного состава является использование силиката натрия в качестве щелочного компонента, что приводит к образованию трудноудаляемого налета на поверхности оборудования, который снижает эффективность его работы.

Известен состав шихты и способ получения пеностекла (патент РФ № 2608095, опубл. 13.01.2017), где шихта для получения пеностекла содержит следующие компоненты, мас. %: тонкомолотый стеклобой 43-45; аморфная кремнеземистая порода 23-25; 30 гидроксид натрия 11-13; алюмосиликатная порода 4-6; вода 13-17.

Недостатком данного состава является использование опасного в санитарном и коррозионном отношениях гидроксида натрия в качестве щелочного компонента.

Известен состав шихты для получения теплоизоляционных блоков из природного кварцевого песка (патент РФ № 2817428, опубл. 16.04.2024), принятый за прототип, где 35 шихта для получения теплоизоляционных блоков содержит кремнеземистый компонент - молотый природный кварцевый песок, стеклообразный силикат натрия, безводный карбонат натрия, газообразователь и воду при следующем соотношении компонентов, мас. %: кремнеземистый компонент 78,3, стеклообразный силикат натрия 7,8, безводный карбонат натрия 1,7, газообразователь - карбид кремния 0,4, вода 11,8.

40 Недостатком данного состава является использование силиката натрия в качестве щелочного компонента, что приводит к образованию трудноудаляемого налета на поверхности оборудования, который снижает эффективность его работы.

Техническим результатом является утилизация техногенных отходов и получение пенокерамических материалов с низкими показателями теплопроводности.

45 Технический результат достигается тем, что состав дополнительно содержит кремнеземсодержащие отходы обогащения полевошпатового сырья, являющиеся пенными продуктами флотации, которые были получены в процессе производства полевошпатового концентрата, измельченные до размера частиц менее 75 мкм, в

качестве воды используют воду для бетонов и строительных растворов, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

5	отходы обогащения	
	полевошпатового сырья	86,0-92,9
	карбид кремния	0,9-2,7
	вода для бетонов и строительных растворов	остальное

Заявляемый состав закладочной смеси включает в себя следующие компоненты, их содержащие:

- 10 - отходы обогащения полевошпатового сырья 86,0-92,9, полученные в процессе производства полевошпатового концентрата, измельченные до размера частиц менее 75 мкм, соответствующие 5 классу опасности;
- карбид кремния 0,9 - 2,7, выпускаемый в соответствии с ГОСТ 26327-84,;
- вода для бетонов и строительных растворов - остальное, выпускаемая по ГОСТ 23732-79.

15 Отходы обогащения полевошпатового сырья образуются в результате производства полевошпатового концентрата, являясь пенными продуктами флотации. Они содержат шпат свободный, биотит, ожелезненный шпат, магнетит, ильменит. Химический состав отходов, мас. %: SiO₂ - 51,2, TiO₂ - 1,0, Fe₂O₃ - 4,3, Al₂O₃, - 19,0, CaO - 3,7, MgO - 1,2, K₂O
20 - 6,3, Na₂O - 7,2. В составе шихты выполняют функцию кремнеземсодержащего компонента, поскольку характеризуются повышенным содержанием диоксида кремния, а также высоким содержанием оксида алюминия, что способствует формированию прочных связей между частицами при спекании.

Карбид кремния выполняет функцию вспенивателя в условиях повышенной
25 температуры. В результате его окисления происходит реакция газообразования, что способствует формированию однородной пористости внутри материала. В составе шихты используется карбид кремния с размерами зерен от 45 до 75 мкм.

Вода для бетонов и строительных растворов связывает массив частиц и улучшает процесс формирования заготовок пенокерамики.

30 Получение пенокерамического материала осуществляют следующим образом. Отходы обогащения полевошпатового сырья предварительно измельчают в шаровой мельнице до крупности менее 75 мкм. Затем отходы обогащения полевошпатового сырья перемешиваются с карбидом кремния и водой для бетонов и строительных растворов, полученная смесь загружается в пресс-форму и с помощью гидравлического
35 пресса уплотняется при давлении от 300 до 450 кгс/см². Заготовка подвергается процессу сушки для удаления остаточной влаги. Затем происходит вспенивание в муфельной печи при температурах от 1120 до 1140°C в течение от 30 до 60 мин. После вспенивания осуществляется отжиг пенокерамического материала и его охлаждение в печи до температуры окружающей среды.

40 Состав поясняется следующими примерами.

Примеры 1, 7, 13, 19, 25, 31. Приготовление шихты производят путем дозирования компонентов при их следующем соотношении, мас. %: отходы обогащения полевошпатового сырья - 92,3-96,3, карбид кремния - 0,5-4,6, вода для бетонов и строительных растворов - 3,1-3,2. Компоненты шихты перемешивают, прессуют. В
45 результате отделения от пресс-формы образцы разрушаются.

Примеры 2, 3, 4. Приготовление шихты производят путем дозирования компонентов при их следующем соотношении, мас. %: отходы обогащения полевошпатового сырья - 87,8-93,3, карбид кремния - 0,4-0,5, вода для бетонов и строительных растворов - 6,2-

11,7. Компоненты шихты перемешивают, прессуют, сушат в печи для удаления остаточной влаги, вспенивают, производят отжиг и охлаждение в печи до температуры окружающей среды. Полученный пенокерамический материал имеет коэффициент теплопроводности от 0,061 до 0,064 Вт/м·К, характеризуется неравномерной структурой.

5 Примеры 5, 11, 17, 23, 29. Приготовление шихты производят путем дозирования компонентов при их следующем соотношении, мас. %: отходы обогащения полевошпатового сырья - 83,6-85,3, карбид кремния - 0,4-2,5, вода для бетонов и
10 строительных растворов - 13,9-14,2. Компоненты шихты перемешивают, прессуют, сушат в печи для удаления остаточной влаги, вспенивают, производят отжиг и охлаждение в печи до температуры окружающей среды. Полученный пенокерамический материал не отделяется от формы после вспенивания без нарушения целостности.

Примеры 6, 12, 18, 24, 30, 36. Приготовление шихты производят путем дозирования компонентов при их следующем соотношении, мас. %: отходы обогащения полевошпатового сырья - 80,0-83,0, карбид кремния - 0,4-4,0, вода для бетонов и
15 строительных растворов - 16,0-16,6. Из-за чрезмерной влажности шихта не поддается прессованию.

Примеры 8, 9, 10. Приготовление шихты производят путем дозирования компонентов при их следующем соотношении, мас. %: отходы обогащения полевошпатового сырья - 87,5-92,9, карбид кремния - 0,9, вода для бетонов и строительных растворов - 6,2-11,7.
20 Компоненты шихты перемешивают, прессуют, сушат в печи для удаления остаточной влаги, вспенивают, производят отжиг и охлаждение в печи до температуры окружающей среды. Полученный пенокерамический материал имеет коэффициент теплопроводности от 0,063 до 0,064 Вт/м·К, характеризуется равномерной структурой и однородной пористостью.

25 Примеры 14, 15, 16. Приготовление шихты производят путем дозирования компонентов при их следующем соотношении, мас. %: отходы обогащения полевошпатового сырья - 87,1-92,4, карбид кремния - 1,3-1,4, вода для бетонов и строительных растворов - 6,2-11,6. Компоненты шихты перемешивают, прессуют, сушат
30 в печи для удаления остаточной влаги, вспенивают, производят отжиг и охлаждение в печи до температуры окружающей среды. Полученный пенокерамический материал имеет коэффициент теплопроводности от 0,059 до 0,062 Вт/м·К, характеризуется равномерной структурой и однородной пористостью.

Примеры 20, 21, 22. Приготовление шихты производят путем дозирования компонентов при их следующем соотношении, мас. %: отходы обогащения полевошпатового сырья - 86,3-91,6, карбид кремния - 2,2-2,3, вода для бетонов и
35 строительных растворов - 6,1-11,5. Компоненты шихты перемешивают, прессуют, сушат в печи для удаления остаточной влаги, вспенивают, производят отжиг и охлаждение в печи до температуры окружающей среды. Полученный пенокерамический материал имеет коэффициент теплопроводности от 0,056 до 0,057 Вт/м·К, характеризуется
40 равномерной структурой и однородной пористостью.

Примеры 26, 27, 28. Приготовление шихты производят путем дозирования компонентов при их следующем соотношении, мас. %: отходы обогащения полевошпатового сырья - 86,0-91,2, карбид кремния - 2,6-2,7, вода для бетонов и
45 строительных растворов - 6,1-11,5. Компоненты шихты перемешивают, прессуют, сушат в печи для удаления остаточной влаги, вспенивают, производят отжиг и охлаждение в печи до температуры окружающей среды. Полученный пенокерамический материал имеет коэффициент теплопроводности от 0,066 до 0,069 Вт/м·К, характеризуется равномерной структурой и однородной пористостью.

Примеры 32, 33, 34, 35. Приготовление шихты производят путем дозирования компонентов при их следующем соотношении, мас. %: отходы обогащения полевошпатового сырья - 82,8-89,6, карбид кремния - 4,1-4,5, вода для бетонов и строительных растворов - 6,0-13,7. Компоненты шихты перемешивают, прессуют, сушат в печи для удаления остаточной влаги, вспенивают, производят отжиг и охлаждение в печи до температуры окружающей среды. Полученный пенокерамический материал не отделяется от формы после вспенивания без нарушения целостности. При этом образцы из примеров 32, 33, 34 имеют коэффициент теплопроводности от 0,075 до 0,077 Вт/м·К. Определение теплопроводности образца из примера 35 не представлялось возможным из-за сильной фрагментации.

Результаты лабораторного эксперимента по определению теплопроводности образцов пенокерамики представлены в таблице 1.

В соответствии с представленными результатами наименьшими показателями теплопроводности обладают образцы с добавлением карбида кремния от 0,9 до 2,7% при содержании воды для бетонов и строительных растворов от 6,1 до 11,7%. При увеличении количества карбида кремния образцы характеризуются относительно высокими значениями теплопроводности и не отделяются от формы после вспенивания без нарушения целостности, что говорит о неэффективности такой концентрации карбида кремния.

Добавление карбида кремния в количестве от 0,4 до 0,5% приводит к получению пенокерамического материала с неравномерной структурой, характеризующейся отсутствием пор в объеме образца и их наличием только на поверхности лицевых граней, что доказывает неэффективность и недостаточность принятой концентрации карбида кремния.

Добавление воды для бетонов и строительных растворов в количестве от 3,1 до 3,2% приводит к разрушению образцов при высвобождении из пресс-формы, что говорит о недостаточной влажности шихты и связанности частиц.

Добавление воды для бетонов и строительных растворов в количестве от 13,7 до 14,2% приводит к тому, что образец не отделяется от формы после вспенивания без нарушения целостности.

Добавление воды для бетонов и строительных растворов в количестве от 16 до 16,6% приводит к тому, что шихта не поддается прессованию вследствие ее чрезмерной влажности, следовательно, невозможно изготовить образцы пенокерамики.

Утилизация техногенных отходов происходит за счет использования в качестве кремнеземистого компонента отходов обогащения полевошпатового сырья, а получение пенокерамических материалов с низкими показателями теплопроводности достигается за счет использования карбида кремния в качестве вспенивателя.

Таблица 1 - Результаты эксперимента в лабораторных условиях

№ приме- ра	Содержание компонентов, мас. % от общей массы			Теплопровод- ность образцов, Вт/м·К	Примечания
	Кремнеземистый компо- нент	Вспениватель	Техническая вода		
	Отходы обогащения поле- вошпатового сырья	Карбид кремния	Вода для бе- тонов и стро- ительных растворов		
1	96,3	0,5	3,2	-	Образец разрушается при отделении от пресс-формы
2	93,3	0,5	6,2	0,064	Образец с неравномерной структурой
3	90,5	0,5	9,0	0,061	
4	87,8	0,4	11,7	0,062	

	5	85,3	0,4	14,2	-	Образец не отделяется от формы после вспенивания без нарушения целостности
	6	83,0	0,4	16,6	-	Шихта не поддается прессованию вследствие чрезмерной влажности
5	7	95,8	1,0	3,2	-	Образец разрушается при отделении от пресс-формы
	8	92,9	0,9	6,2	0,064	Образец с равномерной структурой и однородной пористостью
	9	90,1	0,9	9,0	0,063	
	10	87,5	0,9	11,7	0,063	
10	11	85,0	0,8	14,2	-	Образец не отделяется от формы после вспенивания без нарушения целостности
	12	82,6	0,8	16,5	-	Шихта не поддается прессованию вследствие чрезмерной влажности
	13	95,4	1,4	3,2	-	Образец разрушается при отделении от пресс-формы
	14	92,4	1,4	6,2	0,062	Образец с равномерной структурой и однородной пористостью
15	15	89,7	1,3	9,0	0,059	
	16	87,1	1,3	11,6	0,059	
	17	84,6	1,3	14,1	-	Образец не отделяется от формы после вспенивания без нарушения целостности
	18	82,3	1,2	16,5	-	Шихта не поддается прессованию вследствие чрезмерной влажности
20	19	94,5	2,4	3,1	-	Образец разрушается при отделении от пресс-формы
	20	91,6	2,3	6,1	0,057	Образец с равномерной структурой и однородной пористостью
	21	88,9	2,2	8,9	0,057	
	22	86,3	2,2	11,5	0,056	
	23	83,9	2,1	14,0	-	Образец не отделяется от формы после вспенивания без нарушения целостности
25	24	81,6	2,0	16,3	-	Шихта не поддается прессованию вследствие чрезмерной влажности
	25	94,0	2,8	3,1	-	Образец разрушается при отделении от пресс-формы
	26	91,2	2,7	6,1	0,066	Образец с равномерной структурой и однородной пористостью
30	27	88,5	2,7	8,8	0,069	
	28	86,0	2,6	11,5	0,067	
	29	83,6	2,5	13,9	-	Образец не отделяется от формы после вспенивания без нарушения целостности
	30	81,3	2,4	16,3	-	Шихта не поддается прессованию вследствие чрезмерной влажности
35	31	92,3	4,6	3,1	-	Образец разрушается при отделении от пресс-формы
	32	89,6	4,5	6,0	0,075	Образец не отделяется от формы после вспенивания без нарушения целостности
	33	87,0	4,3	8,7	0,075	
	34	84,5	4,2	11,3	0,077	
	35	82,2	4,1	13,7	-	
40	36	80,0	4,0	16,0	-	Шихта не поддается прессованию вследствие чрезмерной влажности

(57) Формула изобретения

Состав шихты для получения пенокерамического материала, содержащий карбид кремния и воду, отличающийся тем, что состав дополнительно содержит кремнеземсодержащие отходы обогащения полевошпатового сырья, являющиеся пенными продуктами флотации, которые были получены в процессе производства полевошпатового концентрата, измельченные до размера частиц менее 75 мкм, в качестве воды используют воду для бетонов и строительных растворов, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

отходы обогащения	
полевощпатового сырья	86,0-92,9
карбид кремния	0,9-2,7
вода для бетонов и строительных растворов	остальное

5

10

15

20

25

30

35

40

45