



(51) МПК  
*C04B 7/13* (2006.01)  
*C04B 28/04* (2006.01)  
*C04B 22/00* (2006.01)  
*C04B 24/16* (2006.01)  
*C04B 40/00* (2006.01)  
*C04B 111/20* (2006.01)

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(52) СПК

*C04B 7/13* (2023.08); *C04B 28/04* (2023.08); *C04B 22/00* (2023.08); *C04B 24/16* (2023.08); *C04B 40/00* (2023.08); *C04B 2111/20* (2023.08)

(21)(22) Заявка: **2023105155, 07.03.2023**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**07.03.2023**

Дата регистрации:  
**19.09.2023**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **07.03.2023**(45) Опубликовано: **19.09.2023** Бюл. № 26

Адрес для переписки:

**677000, Респ.Саха (Якутия), г. Якутск, ул.  
Белинского, 58, ФГАОУ ВО СВФУ, Центр  
интеллектуальной собственности**

(72) Автор(ы):

**Попов Александр Леонидович (RU),  
Фёдоров Артём Владимирович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Северо-Восточный  
федеральный университет имени  
М.К.Аммосова" (RU)**

(56) Список документов, цитированных в отчете

о поиске: **RU 2626493 C1, 28.07.2017. RU  
2298535 C1, 10.05.2007. RU 2198857 C1,  
20.02.2003. RU 2225376 C1, 10.03.2004. JPH  
07115897 B2, 10.03.2004.**

(54) **Вязущее для производства легкого бетона**

(57) Реферат:

Изобретение относится к промышленности строительных материалов и может быть использовано для изготовления конструкционно-теплоизоляционных и конструкционных легких бетонов, применяемых в гражданском и промышленном строительстве. Технический результат: расширение сырьевой базы вяжущего для легких бетонов, получение легкого бетона с высокими показателями морозостойкости. Вяжущее, включающее портландцемент, природный цеолит, размолотый совместно с пластифицирующей добавкой. При этом

используют природный цеолит, предварительно прокаленный до постоянной массы при температуре  $175 \pm 2^\circ\text{C}$ , размолотый с нафталиносulfонатным пластификатором «Полипласт СП-1» до удельной поверхности  $5000 \text{ см}^2/\text{г}$  и затем термообработанный при температуре  $480 \pm 5^\circ\text{C}$  и длительности 25-30 минут, при этом соотношение указанных компонентов составляет, мас. %: портландцемент – 49,9-69,8; термообработанный цеолит – 29,9-49,9; нафталиносulfонатный пластификатор «Полипласт СП-1» – остальное. 2 табл., 4 пр.



(51) Int. Cl.  
*C04B 7/13* (2006.01)  
*C04B 28/04* (2006.01)  
*C04B 22/00* (2006.01)  
*C04B 24/16* (2006.01)  
*C04B 40/00* (2006.01)  
*C04B 111/20* (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*C04B 7/13 (2023.08); C04B 28/04 (2023.08); C04B 22/00 (2023.08); C04B 24/16 (2023.08); C04B 40/00 (2023.08); C04B 2111/20 (2023.08)*

(21)(22) Application: **2023105155, 07.03.2023**(24) Effective date for property rights:  
**07.03.2023**Registration date:  
**19.09.2023**

Priority:

(22) Date of filing: **07.03.2023**(45) Date of publication: **19.09.2023** Bull. № 26

Mail address:

**677000, Resp.Sakha (Yakutiya), g. Yakutsk, ul.  
 Belinskogo, 58, FGAOU VO SVFU, Tsentr  
 intellektualnoj sobstvennosti**

(72) Inventor(s):

**Popov Aleksandr Leonidovich (RU),  
 Fedorov Artem Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe  
 obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
 obrazovaniia "Severo-Vostochnyi federalnyi  
 universitet imeni M.K.Ammosova" (RU)**

**(54) BINDER FOR PRODUCTION OF LIGHTWEIGHT CONCRETE**

(57) Abstract:

FIELD: building materials.

SUBSTANCE: invention can be used for production of structural, thermal insulation and structural lightweight concrete used in civil and industrial construction. A binder containing Portland cement, natural zeolite, ground together with a plasticizing additive. In this case, natural zeolite is used, pre-calcined to constant weight at a temperature of  $175\pm 2^\circ\text{C}$ , ground together with "Poliplast SP-1" naphthalene sulfonate plasticizer to a specific surface

area of  $5000\text{ cm}^2/\text{g}$  and then heat-treated at a temperature of  $480\pm 5^\circ\text{C}$  for 25-30 minutes, while the ratio of these components is, wt. %: Portland cement – 49.9-69.8; heat-treated zeolite – 29.9-49.9; "Poliplast SP-1" naphthalene sulfonate plasticizer - balance.

EFFECT: expansion of the raw material base of binders for lightweight concrete, production of lightweight concrete with high frost resistance.

1 cl, 2 tbl, 4 ex

Изобретение относится к промышленности строительных материалов и может быть использовано для изготовления конструкционно-теплоизоляционных и конструкционных легких бетонов, применяемых в гражданском и промышленном строительстве.

5 Известна строительная композиция и комплексная добавка для строительной композиции (см. RU № 2626493, кл. C04B 28/00, B82B 1/00, C04B 22/00, C04B 24/16, C04B 40/00, C04B 111/20, опубл. 28.07.2017), включающая, в мас.%, цемент 80-85, суперпластификатор С-3 2,0-3,5, микрокремнезем 10-12, цеолит природный или синтетический – остальное.

10 Кроме того, известна комплексная добавка для бетонной смеси (см. RU № 2298535, кл. C04B 22/00, C04B 24/24, B28C 5/00, B28C 9/02, C04B 28/00, C04B 111/20, опубл. 10.05.2007), включающая цемент, порошкообразный суперпластификатор С-3, алюмосиликатный компонент, в качестве алюмосиликатного компонента содержит цеолит и дополнительно микрокремнезем при следующем соотношении компонентов, мас.%: цемент 80-85, суперпластификатор С-3 2,0-3,5, микрокремнезем 10-12, цеолит –  
15 остальное.

Недостатком известных технических решений является высокая стоимость получаемых продуктов, обусловленная значительной материалоемкостью технологического процесса, требующее специальное оборудование.

20 Известно вяжущее, включающее портландцемент, природный цеолит, размолотый совместно с пластификатором (см. Филиппова К.Е. и др. Разработка состава цеолитосодержащей комплексной добавки для повышения активности цемента // III Всероссийская научно-практическая конференция «Современные проблемы строительства и жизнеобеспечения: безопасность, качество, энерго- и ресурсосбережение». Якутск, Северо-Восточный федеральный университет имени  
25 М.К.Аммосова, 3-4 марта 2014 г.).

Недостатком ближайшего аналога является недостаточная морозостойкость изделий (150 циклов), что снижает долговечность строительного материала и надежность в условиях эксплуатации при низких температурах.

30 Задача, на решение которой направлено изобретение, является получение долговечного строительного материала с улучшенными свойствами по морозостойкости для производства легких бетонов.

Технический эффект, получаемый при решении поставленной задачи, выражается в достижении высоких показателей морозостойкости бетона и расширении сырьевой базы вяжущего для легких бетонов.

35 Для решения поставленной задачи вяжущее для изготовления легкого бетона, включающее портландцемент, природный цеолит, размолотый совместно с пластифицирующей добавкой, отличается тем, что используют природный цеолит, предварительно прокаленный до постоянной массы при температуре  $175 \pm 2^\circ\text{C}$ , размолотый с нафталиносulfонатным пластификатором «Полипласт СП-1» до удельной  
40 поверхности  $5000 \text{ см}^2/\text{г}$  и затем термообработанный при температуре  $480 \pm 5^\circ\text{C}$  и длительности 25-30 минут, при этом соотношение указанных компонентов составляет, мас.%: портландцемент – 49,9-69,8; термообработанный цеолит – 29,9-49,9; нафталиносulfонатный пластификатор типа «Полипласт СП-1» – остальное.

45 Сопоставительный анализ признаков заявленного решения с признаками аналогов свидетельствует о соответствии заявленного решения критерию «новизна».

Признаки отличительной части формулы изобретения обеспечивают высокие прочностные свойства бетона при относительно низкой его средней плотности без увеличения расхода портландцемента при изготовлении. Полученные результаты

позволяют использовать заявленное решение для производства легкого бетона в условиях воздействия отрицательных температур.

Таким образом, портландцемент в составе вяжущего для производства легкого бетона по заявленному решению дополнительно содержит термообработанный цеолит. Цеолит за счет терморасширенных адсорбционных свойств запускает пуццолановые реакции, которые по своей природе более медленные, чем гидратационные реакции цемента, в результате медленный прирост позволяет увеличивать прочность цементного камня, поврежденного циклами замораживания и оттаивания.

Для экспериментальных работ вяжущее для производства легкого бетона включает портландцемент, термообработанный цеолит и пластифицирующую добавку при следующем соотношении компонентов, мас. %: портландцемент – 49,8-89,6; термообработанный цеолит – 10-49,8; пластифицирующая добавка – остальное.

Для вяжущего использовали портландцемент марки ЦЕМ I 32,5Б по ГОСТ 31108-2020, в качестве пластифицирующей добавки – нафталиносulfонатный суперпластификатор «Полипласт СП-1», при этом природный цеолит месторождения Хонгуру (Республика Саха (Якутия)) добавляли после термообработки при температуре 480°C.

Нафталиносulfонатный суперпластификатор «Полипласт СП-1» обеспечивает снижение водоцементного отношения, компенсируя высокую водопотребность смеси, что позволяет получать необходимые прочностные характеристики цементного камня.

Известно около 40 видов цеолитов. Наиболее распространенными являются клиноптилолит ( $(K_2Na_2Ca) \times Al_2Si_7O_{18} \times 6H_2O$ ), морденит —  $(Na_2K_2Ca) \times Al_2Si_{10}O_{24} \times 7H_2O$  и гейландит  $(Ca_4Na) \times Al_9Si_{27}O_{72} \times 24H_2O$ . Цеолитосодержащие породы на различных месторождениях отличаются химическим, минералогическим составом, показателями прочности, растворимостью, устойчивостью к высоким температурам и другими характеристиками. Из открытых источников известно, что наиболее чистыми являются цеолиты Сокирницкого (Карпаты), Тедзамского (Грузия), Пегасского (Кемеровская область), Хонгурина (Республика Саха (Якутия)) месторождений (см. [http://etnacom.webmaster38.ru/p/library/properties\\_of\\_natural\\_zeolites](http://etnacom.webmaster38.ru/p/library/properties_of_natural_zeolites)).

Для приготовления вяжущего дробленный природный цеолит предварительно прокаливали при температуре  $175 \pm 2^\circ C$  до получения постоянной массы. Высушивание образца до постоянной массы считают законченным, когда разница между двумя последними взвешиваниями навески составляет не более 0,02%. При этом первое взвешивание проводится после 3 часов прокаливания, остальные через каждый час.

Полученный после термообработки цеолит будет готовым для механоактивации, для чего, предварительно отдозированные части цеолита и пластификатора, последний дополнительно выполняет роль диспергатора, смешивали и помещали в мельницу, посредством которой выполняли помол и гомогенизацию смеси до получения удельной поверхности в среднем  $5000 \text{ см}^2/\text{г}$ . Величина удельной поверхности контролировали по ГОСТ 310.2.

После помола полученный порошок направляется на термообработку в муфельную печь, при этом температура обработки составляет  $480 \pm 5^\circ C$ . В результате получали термообработанный цеолит со скрытыми гидравлическими свойствами в результате частичной дегидратации щелочных групп природного цеолита. Длительность термообработки рассчитывали в зависимости от количества необходимой теплоты дегидратации 0,75 кВт в час на 1 килограмм природного цеолита. Экспериментальным путем установлено, что при мощности печи 1,8 кВт оптимальная длительность

термообработки при температуре  $480\pm 5^\circ\text{C}$  составляет 25-30 минут.

На завершающем этапе отдозированные части цемента и термообработанного цеолита смешивали, для чего, в целях равномерного распределения компонентов применяли мешалку с высокими значениями градиента сдвига.

5 Далее, на основе полученного порошка вяжущего были изготовлены бетонные образцы в виде балочек в соответствии с требованиями, изложенными в ГОСТ 30744, по которым определяли показатели прочности на сжатие.

Кроме того, исследования проводили по следующим методикам: ГОСТ 12730.1-78 «Бетоны. Метод определения плотности»; ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы  
10 определения прочности по контрольным образцам; ГОСТ 10060-2012 «Бетоны. Методы определения морозостойкости».

Экспериментальные составы предлагаемого вяжущего приведены в таблице 1, физико-технические свойства - в таблице 2.

Результаты исследований показывают, что составы №2 и №3 по предлагаемому  
15 изобретению обладают более оптимальными показателями по морозостойкости при относительно низкой средней плотности, причем, расход портландцемента в составах вяжущего не увеличен.

Таким образом, использование заявленного изобретения позволит изготовление высокопрочного легкого бетона, эксплуатируемого в условиях воздействия  
20 отрицательных температур, при этом не требуется увеличения расхода портландцемента.

Таблица 1

Экспериментальные составы вяжущего для легкого бетона

Компонент	Состав, мас. %			
	0	1	2	3
Портландцемент	99,5	89,6	69,8	49,9
Термообработанный цеолит	0,0	10,0	29,9	49,9
Пластификатор	0,5	0,4	0,3	0,2

Таблица 2

Физико-технические свойства легкого бетона

Компонент	Состав			
	0	1	2	3
Средняя плотность, $\text{кг/м}^3$	2093	2017	1883	1875
Средняя прочность на сжатие	32,7	29,9	24,2	23,4
35 Марка по морозостойкости F	F <sub>1300</sub>	F <sub>300</sub>	F <sub>1400</sub>	F <sub>1400</sub>
Водопоглощение	4,4	5,8	7,7	8,1

### (57) Формула изобретения

40 Вяжущее, включающее портландцемент, природный цеолит, размолотый совместно с пластифицирующей добавкой, отличающееся тем, что используют природный цеолит, предварительно прокаленный до постоянной массы при температуре  $175\pm 2^\circ\text{C}$ , размолотый с нафталиносulfонатным пластификатором «Полипласт СП-1» до удельной поверхности  $5000 \text{ см}^2/\text{г}$  и затем термообработанный при температуре  $480\pm 5^\circ\text{C}$  и длительности 25-30 минут, при этом соотношение указанных компонентов составляет,  
45 мас. %:

портландцемент	49,9-69,8
термообработанный цеолит	29,9-49,9
нафталиносulfонатный пластификатор «Полипласт СП-	остальное

1»

5

10

15

20

25

30

35

40

45