

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **046800**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.04.24

(21) Номер заявки
202400002

(22) Дата подачи заявки
2024.01.09

(51) Int. Cl. **C04B 28/04** (2006.01)
C04B 28/08 (2006.01)
C04B 28/28 (2006.01)
C04B 14/10 (2006.01)
C04B 14/24 (2006.01)
C04B 16/04 (2006.01)
C04B 18/14 (2006.01)
C04B 22/06 (2006.01)
C04B 24/24 (2006.01)
C04B 111/20 (2006.01)

(54) **ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ БЕТОН**(43) **2024.04.23**(96) **2024000002 (RU) 2024.01.09**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ
СООБЩЕНИЯ ИМПЕРАТОРА
АЛЕКСАНДРА I" (ФГБОУ ВО
ПГУПС) (RU)**

(56) RU-C1-2145314
RU-C1-2729547
EA-B1-044313
EA-B1-044581
US-A-20070186822
WO-A1-2009136169

(72) Изобретатель:

**Бенин Андрей Владимирович,
Соловьева Валентина Яковлевна,
Степанова Ирина Витальевна,
Соловьев Дмитрий Вадимович,
Филонов Юрий Александрович,
Коньков Александр Николаевич,
Козин Евгений Германович (RU)**

(57) Изобретение относится к области строительных материалов. Технический результат - повышение прочности на растяжение при изгибе и понижение коэффициента теплопроводности. Сырьевая смесь для теплоизоляционного бетона получена из смеси, включающей мас. %: быстротвердеющий портландцемент - 41,40-42,60; пеностекло с максимальной крупностью зерна 1,25 мм - 31,20-31,82; доменный металлургический шлак с удельной поверхностью $S_{уд}=470 \text{ м}^2/\text{кг}$ - 7,21-7,31; бентонитовую глину, содержащую 85% основного минерала монтмориллонита $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ - 0,95-0,97; базальтовую фибру диаметром 0,8 мкм - 0,14-0,16; комплексную химическую добавку, представленную водным раствором с плотностью $\rho=1,040 \text{ г/см}^3$ и $\text{pH}=7,8$, состоящую из следующих компонентов, мас. %: поликарбоксилатного полимера на основе эфира аллила и ангидрида малеиновой кислоты - 51,61-52,40; высокомолекулярного соединения на основе калиевой соли высшей жирной кислоты $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOK}$ - 9,60-9,68; золя кремниевой кислоты - 38,00-38,71, содержит указанную добавку 0,46-0,48; воду - 17,44-17,86.

B1**046800****046800****B1**

Изобретение относится к области строительных материалов и может быть использовано для ремонта и изготовления строительных конструкций в промышленном и гражданском строительстве.

Известна сырьевая смесь, содержащая мас. %: портландцемент 43,0-46,1; шлак металлургического производства 12,0-14,4; песок 15,0-18,0; пенообразующую добавку на основе стеарата натрия плотностью 1,15-1,7 г/см³ - 9,5-10,3; химическую добавку "ДЭЯ" 0,4-0,5; алюминиевую пудру 0,5-0,6; фиброволокно 1,4-1,8; воду 12,0-14,4 (RU № 2145315; СО4В 38/10, 10.02.2000).

Недостатком данного технического решения является пониженное значение прочности на растяжение при изгибе и повышенное значение коэффициента теплопроводности.

Известна сырьевая смесь, содержащая мас. %: цемент - 37,8,0-42,64; песок - 31,3-37,81; модифицированную пенообразующую добавку - 9,1-9,3 и воду - 15,1-17,0 (RU № 2255074; СО4В 38/10, 27.06.2005).

Недостатком данного технического решения является пониженное значение прочности на растяжение при изгибе и повышенное значение коэффициента теплопроводности.

Наиболее близкой по технической сущности к заявляемой сырьевой смеси для теплоизоляционного бетона является смесь для пенобетона, содержащая мас. %: портландцемент - 44,0-47,0; монтмориллитовую глину, включающую не менее 60% минерала - 11,0-13,8; пенообразующую добавку "Ника" - 0,5-0,7; воду 40,0-42,8 (RU № 2145586; СО4В 38/10, 20.02.2000).

Недостатком данного технического решения являются пониженное значение прочности на растяжение при изгибе; повышенное значение коэффициента теплопроводности.

Задачей, на решение которой направлено изобретение, является создание теплоизоляционного бетона, обладающего повышенной прочностью на растяжение при изгибе и пониженным значением коэффициента теплопроводности.

Поставленная задача достигается тем, что теплоизоляционный бетон, полученный из смеси, включающей портландцемент, глину, добавку и воду отличается тем, что в качестве цемента содержит быстротвердеющий портландцемент, в качестве глины содержит бентонитовую глину, содержащую 85% основного минерала монтмориллонита $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot nH_2O$, в качестве добавки - комплексную химическую добавку, представленную водным раствором с плотностью $\rho=1,040$ г/см³ и водородным показателем $pH=7,8$, состоящую из водного раствора поликарбоксилатного полимера, представленного эфиром аллила и ангидридом малеиновой кислоты с плотностью $\rho=1,030$ г/см³, значением $pH=6,2$, водного раствора высокомолекулярного соединения на основе калиевой соли высшей жирной кислоты $C_{17}H_{35}COOK$ с плотностью $\rho=1,035$ г/см³, значением $pH=8,8$ и золя кремниевой кислоты $SiO_2 \cdot nH_2O$ с плотностью $\rho=1,022$ г/см³, значением $pH=3,8$, в состав которого входят нанодисперсии диоксида кремния SiO_2 , при следующем соотношении компонентов, мас. %:

указанный поликарбоксилатный полимер 51,61-52,40;

указанное высокомолекулярное соединение 9,60-9,68;

указанный золь кремниевой кислоты 38,0-38,71,

дополнительно содержит пеностекло с максимальной крупностью зерна 1,25 мм, с насыпной плотностью $D=280$ кг/м³; тонкомолотый доменный шлак металлургического производства, с величиной удельной поверхности $S_{уд.}=470$ м²/кг, основной фазой которого являются кальций-магниево-силикаты $2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$; $2CaO \cdot MgO \cdot 2SiO_2$; базальтовую фибру диаметром 0,8 мкм и длиной 6 мм при следующем соотношении компонентов, мас. %:

указанный портландцемент - 41,40-42,60;

указанное пеностекло - 31,20-31,82;

указанный доменный шлак - 7,21-7,31;

указанная бентонитовая глина - 0,95-0,97;

указанная базальтовая фибра - 0,14-0,16;

указанная добавка - 0,46-0,48;

вода - 17,44-17,86.

По основному эффекту действия комплексная химическая добавка обладает повышенным пластифицирующим эффектом действия. Присутствие в составе добавки нанодисперсий SiO_2 усиливает реакционный эффект действия добавки, нанодисперсий SiO_2 активно вступают в реакции синтеза с продуктами гидратации портландцемента и других компонентов пеностеклобетонной смеси. Присутствие в составе добавки полимеров разной природы, а именно ангидрида малеиновой кислоты и высокомолекулярного соединения на основе калиевой соли высшей жирной кислоты $C_{17}H_{35}COOK$, при каталитическом воздействии цемента, образует новое соединение, которое характеризуется образованием разветвленной поликарбоксилатной цепи, оказывающей микроармирующее действие на твердеющую систему в самом раннем возрасте, таким образом, оказывая положительное влияние на рост прочности на растяжение при изгибе пеностеклобетона с момента начала его твердения.

Использование быстротвердеющего цемента является благоприятным сочетанием с доменным шлаком металлургического производства. Эффективное твердение быстротвердеющего портландцемента, сопровождается выделением повышенного количества тепла в начальный период твердения, которое оказывает положительное влияние на процесс гидратации кальций-магниево-силикатов, усиливающих

прочность на сжатие и в большей степени прочность на растяжение при изгибе, начиная с раннего возраста формирования искусственного камня. Образующиеся кальций-магниево-гидросиликаты оказывают положительное влияние на улучшение теплозащитных свойств материала, т.е. на уменьшение коэффициента теплопроводности.

Использование базальтового волокна оказывает максимально эффективное действие на рост прочности на растяжение при изгибе и улучшение теплозащитных свойств материала.

Пеностеклобетонную смесь, рекомендуемую для ремонта и изготовления строительных конструкций, эффективно использовать повышенной подвижности и, как следствие, с целью предотвращения возможного расслоения, целесообразно дополнительно использовать бентонитовую глину, которая повышает связность свежеприготовленной смеси, исключая ее расслаивание, а также благодаря сложной структуре бентонитовая глина обладает повышенной водоудерживающей способностью, что исключает возможное появление трещин, особенно, в начальный период твердения.

Все вышеперечисленное оказывает положительное влияние на создание теплоизоляционного бетона, отличающегося повышенной прочностью на растяжение при изгибе и пониженным значением коэффициента теплопроводности.

По мнению заявителя и авторов заявляемое изобретение соответствует критерию охраноспособности - изобретательский уровень.

Заявляемое изобретение промышленно применимо и может быть использовано для ремонта и изготовления строительных конструкций в промышленном и гражданском строительстве.

Пример конкретного выполнения.

Готовят сырьевую смесь следующим образом:

1. Приготовление комплексной химической добавки с плотностью $\rho=1,040$ г/см³ и водородным показателем pH=7,8.

1.1. Дозируют водный раствор поликарбоксилатного полимера, представленного эфиром аллила и ангидрида малеиновой кислоты с плотностью $\rho=1,030$ г/см³ и значением pH=6,2.

1.2. Дозируют водный раствор высокомолекулярного соединения на основе калиевой соли высшей жирной кислоты с плотностью $\rho=1,035$ г/см³ и значением pH=8,8.

1.3. Дозируют золь кремниевой кислоты $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ с плотностью $\rho=1,022$ г/см³ и значением pH=3,8, в состав которого входят нанодисперсии диоксида кремния SiO_2 .

1.4. Компоненты, отдозированные по п.1.1.-1.3. транспортируют в лопастную мешалку, в которой все компоненты тщательно перемешивают до получения однородного раствора с плотностью $\rho=1,040$ г/см³ и значением pH=7,8; готовый раствор комплексной химической добавки транспортируют в накопительную емкость.

2. Приготовление сырьевой смеси для теплоизоляционного бетона.

2.1. Дозируют быстротвердеющий портландцемент.

2.2. Дозируют пеностекло с максимальной крупностью зерна 1,25 мм, с насыпной плотностью $D=280$ кг/м³.

2.3. Дозируют тонкомолотый доменный шлак металлургического производства с величиной удельной поверхности $S_{уд}=470$ м²/кг, основной фазой которого являются кальций-магниево-силикаты $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$; $2\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$.

2.4. Дозируют бентонитовую глину, основной фазой которой является монтмориллонит $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, содержание которого составляет более 85%.

2.5. Дозируют базальтовую фибру диаметром 0,8 мкм и длиной 6 мм.

2.6. Дозируют воду.

2.7. Дозируют комплексную химическую добавку, приготовленную по п.1.4.

2.8. Отдозированную по п.2.7. комплексную химическую добавку транспортируют в отдозированную по п.2.6. воду.

2.9. Все компоненты, отдозированные по п.2.1-2.8. транспортируют в бетонный смеситель любой модификации, используемый на строительном объекте, в котором осуществляют тщательное перемешивание всех компонентов пеностеклобетонной смеси до получения однородной, подвижной смеси, которую используют по назначению для изготовления изделий в промышленном и гражданском строительстве и параллельно отбирают пробу пеностеклобетонной смеси, из которой изготавливают образцы размером 100×100×28 мм для определения коэффициента теплопроводности, а также изготавливают образцы-призмы размером 100×100×400 мм для определения прочности на растяжение при изгибе. После изготовления образцы хранили в камере нормального твердения (при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и влажности, $W \geq 95\%$).

Определение прочности на растяжение при изгибе осуществлялось по ГОСТ 10180-2012 "Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам".

Определение коэффициента теплопроводности осуществляли по ГОСТ 7076-99 "Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме".

Составы сырьевой смеси для теплоизоляционного бетона, представлены в табл. 1; результаты испытаний теплоизоляционного бетона по исследуемым параметрам представлены в табл. 2, которые показали, что прочность на растяжение при изгибе теплоизоляционного бетона по изобретению в среднем составляет 3,4 МПа, что в 8,5 раз превышает прочность на растяжение при изгибе теплоизоляционного бетона по прототипу; коэффициент теплопроводности теплоизоляционного бетона по изобретению на 14,3% ниже, чем коэффициент теплопроводности теплоизоляционного бетона по прототипу.

Таблица 1

№ п.п.	Портландцемент, мас. %		Компоненты пенобетонной смеси, мас. %						Комплексная добавка по изобретению				Вода, мас. %
	Портландцемент по прототипу	Портландцемент быстротвердеющий по изобретению	Монтмориллиновая глина	Пеностекло с максимальным размером фр. 1,25 мм	Доменный шлак с $S_{\text{дл}}=470\text{м}^2/\text{кг}$	Бентонитовая глина	Базальтовая фибра	Пенообразующая добавка «Ника»	Количество, мас. %	Состав добавки, мас. %			
										Поликарбоксилатный полимер	Высокомолекулярное соединение	Золя кремниевой кислоты	
1 прототип	45,6	–	12,4	–	–	–	–	0,6	–	–	–	–	41,4
2	–	41,40	–	31,82	7,31	0,97	0,16	–	0,48	51,61	9,68	38,71	17,86
3	–	41,40	–	31,82	7,31	0,97	0,16	–	0,48	52,005	9,64	38,355	17,86
4	–	41,40	–	31,82	7,31	0,97	0,16	–	0,48	52,40	9,60	38,00	17,86
5	–	42,0	–	31,51	7,26	0,96	0,15	–	0,47	51,61	9,68	38,71	17,65
6	–	42,0	–	31,51	7,26	0,96	0,15	–	0,47	52,005	9,64	38,355	17,65
7	–	42,0	–	31,51	7,26	0,96	0,15	–	0,47	52,40	9,60	38,00	17,65
8	–	42,60	–	31,20	7,21	0,95	0,14	–	0,46	51,61	9,68	38,71	17,44
9	–	42,60	–	31,20	7,21	0,95	0,14	–	0,46	52,005	9,64	38,355	17,44
10	–	42,60	–	31,20	7,21	0,95	0,14	–	0,46	52,40	9,60	38,00	17,44

Таблица 2

№ состава из таблицы 1	Средняя плотность сухого образца, кг/м ³	Прочность на растяжение при изгибе, МПа	Коэффициент теплопроводности, λ , Вт/м·°С
1	2	3	4
1 прототип	600	0,4	0,14
2	900	3,4	0,12
3	900	3,4	0,12
4	900	3,4	0,12
5	900	3,4	0,12
6	900	3,4	0,12
7	900	3,4	0,12
8	900	3,4	0,12
9	900	3,4	0,12
10	900	3,4	0,12

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Теплоизоляционный бетон, полученный из смеси, включающей портландцемент, глину, добавку и воду, отличающийся тем, что в качестве цемента содержит быстротвердеющий портландцемент; в качестве глины содержит бентонитовую глину, содержащую 85% основного минерала монтмориллонита $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$; в качестве добавки - комплексную химическую добавку, представленную водным раствором с плотностью $\rho=1,040$ г/см³ и водородным показателем $\text{pH}=7,8$, состоящую из водного раствора поликарбоксилатного полимера, представленного эфиром аллила и ангидридом малеиновой кислоты с плотностью $\rho=1,030$ г/см³, значением $\text{pH}=6,2$, водного раствора высокомолекулярного соединения на основе калиевой соли высшей жирной кислоты $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOK}$ с плотностью $\rho=1,035$ г/см³, значением показателя $\text{pH}=8,8$, и золя кремниевой кислоты $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ с плотностью $\rho=1,022$ г/см³, значением $\text{pH}=3,8$, в состав которого входят нанодисперсии диоксида кремния SiO_2 , при следующем соотношении компонен-

тов, мас. %: указанный поликарбоксилатный полимер - 51,61-52,40; указанное высокомолекулярное соединение - 9,60-9,68; указанный золь кремниевой кислоты - 38,00-38,71, дополнительно содержит пеностекло с максимальной крупностью зерна 1,25 мм, с насыпной плотностью $D=280 \text{ кг/м}^3$; тонкомолотый доменный шлак металлургического производства, с величиной удельной поверхности $S_{уд.}=470 \text{ м}^2/\text{кг}$, основной фазой которого являются кальций-магниевые силикаты $2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{CO}_3\cdot\text{SiO}_2$; $2\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot 2\text{SiO}_2$; базальтовую фибру диаметром 0,8 мкм и длиной 6 мм при следующем соотношении компонентов, мас. %: указанный портландцемент - 41,40-42,60; указанное пеностекло - 31,2-31,82; указанный доменный шлак - 7,21-7,31; указанная бентонитовая глина - 0,95-0,97; указанная базальтовая фибра - 0,14-0,16; указанная добавка - 0,46-0,48; вода - 17,44-17,86.

