

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040168**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.04.27

(21) Номер заявки
202192356

(22) Дата подачи заявки
2021.09.24

(51) Int. Cl. **C04B 28/04** (2006.01)
C04B 14/06 (2006.01)
C04B 14/38 (2006.01)
C04B 14/48 (2006.01)
C04B 16/06 (2006.01)
C04B 24/04 (2006.01)
C04B 24/12 (2006.01)
C07C 279/02 (2006.01)
C04B 111/20 (2006.01)

(54) ФИБРОБЕТОННАЯ СМЕСЬ

(43) **2022.04.25**

(96) **2021000101 (RU) 2021.09.24**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
"НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОРДОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.П.
ОГАРЁВА" (RU)**

(72) Изобретатель:
**Ерофеев Владимир Трофимович,
Пухаренко Юрий Владимирович,
Светлов Дмитрий Анатольевич,**

**Ерофеева Ирина Владимировна,
Емельянов Денис Владимирович,
Родин Александр Иванович,
Максимова Ирина Николаевна,
Ельчишева Татьяна Федоровна,
Вильдяева Марина Владимировна
(RU), Аль-Дулайми Салман
Давуд Салман (IQ), Гладкин
Сергей Сергеевич, Богатов Андрей
Дмитриевич, Казначеев Сергей
Валерьевич, Сальникова Анжелика
Игоревна, Чуваткин Алексей
Александрович (RU)**

(74) Представитель:
Сальникова А.И., Глушко Д.Е. (RU)

(56) **RU-A-2012113330
RU-C1-2574746
RU-C1-2423331
CN-A-106116442**

(57) Изобретение относится к промышленности строительных материалов, а именно составам фибробетонных смесей, применяемых для изготовления сборных и монолитных строительных конструкций и изделий с высокими эксплуатационными характеристиками. Фибробетонная смесь включает портландцемент, микрокремнезем, микрокварц, гиперпластификатор "Melflux 1641F", полипропиленовое волокно длиной 18 мм и диаметром 20 мкм, фибру стальную длиной 12 мм и диаметром 0,22 мм, кварцевый песок двух фракций - 0,16-0,63 и 1,25-5 мм, стеарат полигексаметиленгуанидина и воду, при следующем соотношении компонентов, мас. %: портландцемент - 27,9-31,0, микрокремнезем - 4,26-4,62, микрокварц - 12,0-12,3, кварцевый песок фракции 0,16-0,63 мм - 24,7-26,4, кварцевый песок фракции 1,25-5 мм - 16,0-17,0, гиперпластификатор "Melflux 1641F" - 0,30-0,31, фибра стальная - 2,3-3,0, полипропиленовое волокно - 0,08-0,1, стеарат полигексаметиленгуанидина - 0,20-0,23, вода - 8,5-8,8. Технический результат заключается в повышении прочности композита, полученного на основе фибробетонной смеси, на изгиб и сжатие, а также повышении показателей сопротивления удару и биостойкости.

B1**040168****040168****B1**

Область техники

Изобретение относится к промышленности строительных материалов, а именно к составам фибробетонных смесей, применяемых для изготовления сборных и монолитных строительных конструкций, и изделий с высокими эксплуатационными характеристиками.

Предшествующий уровень техники

Известные рецептурные составы фибробетонов предусматривают достижение заданной прочности и плотности как средств обеспечения несущей способности и долговечности. Примером могут служить фибробетоны, полученные на основе различных вяжущих, заполнителей, армирующих волокон и других компонентов.

Известна сырьевая смесь, включающая заполнитель-рядовой песок, цемент, упрочнитель-проволоку длиной 25 мм, диаметром 0,3 мм, воду при следующем соотношении компонентов, об. %: заполнитель - 58; цемент - 23-25; вода - 12-16; упрочнитель - 1,5. (Шляхтина Т.Ф. Особенности подбора составов дисперсно-армированных бетонов. // Технология и долговечность дисперсно-армированных бетонов/Сб. тр. ЛенЗНИИЭП Л., 1984. с. 85-91).

Для фибробетонов из вышеприведенных материалов по показателям его прочности и плотности такая рецептура оптимальна, но данный фибробетон имеет низкие показатели технологических свойств и биостойкости.

Известен состав фибробетона, который содержит воду, наполнитель, в качестве вяжущего вещества - цемент, в качестве армирующего материала - стекловолокно (Рабинович Ф.Н. Дисперсно-армированные бетоны. -М.: Стройиздат, 1989, с. 130-13).

Недостатками такого материала являются: низкая прочность на изгиб; низкая прочность при сжатии; низкие показатели сопротивления удару; низкая щелочестойкость стекловолокна.

Известен состав фибробетона, который содержит в качестве вяжущего вещества-цемент, воду, в качестве материала наполнителя - песок с $M_{кр}=2$ и максимальной крупностью зерен не более 5 мм, в качестве армирующего материала - стекловолокно, вводимое в строительное тесто в количестве 1-2% по массе материала, при соотношении цемента и наполнителя (Ц:П) 1:1 и соотношении воды и цемента (В/Ц) 0,4 (Технология и долговечность дисперсно-армированных бетонов. Сборник научных трудов. -Л., 1984, с. 67-68).

Однако такой материал имеет следующие недостатки: невысокая прочность при изгибе (9 МПа), невысокая прочность при сжатии (60 МПа), невысокие показатели сопротивления удару (2,6 кгм/см²), низкая щелочестойкость стекловолокна.

Известен эффект повышения плотности бетона при использовании его в составе заполнителя прерывистой гранулометрии, с пропуском хотя бы одной промежуточной фракции. Поскольку бетонная матрица фибробетона вносит вклад в его прочность, от повышения ее плотности закономерно ожидать повышение прочности материала в целом. Действительно, фибробетон с заполнителем прерывистой гранулометрии и с остальными компонентами по рецептуре аналога дает в сравнении с ним прирост прочности на 5-7% (Гершберг О.А. Технология бетонных и железобетонных изделий. -М., 1965. с. 66-67).

Существенный недостаток приведенных вариантов состоит в том, что достигаемые ими показатели прочности не устойчивы и в производственных условиях не гарантируется ежециклическая повторяемость результата. Источником указанного недостатка является седиментация, возникающая из-за транспортных и технологических воздействий на фибробетонную смесь в процессе ее использования. Это явление не позволяет сохранить достигнутую перемешиванием равномерность распределения компонентов в смеси, в том числе главного из них - упрочнителя. Это приводит к местному понижению прочности фибробетона как на участках, обедненных упрочнителем, так и на участках, обогащенных им.

Известны способы изготовления фибробетонов различного назначения.

Известен способ приготовления фибробетонной смеси, который обеспечивает внедрение фибр в бетонную смесь, ее равномерное распределение по всему объему бетонной смеси; возможность регулирования скорости подачи фибр: направленный поток позволяет исключить контакт фибр со стенками бетоносмесителя; распределить фибру равномерным факелом; подавать фибру строго в те зоны бетоносмесителя, в которых происходит наиболее интенсивное перемешивание; исключается комкование фибры (SU 1778096, МПК C04B 40/00, опубл. 30.11.1992).

Известен способ приготовления фибробетонной смеси, включающий смешение цемента, воды затворения, волокна и заполнителя на транспортной ленте, отличающийся тем, что, с целью повышения прочности фибробетона, сначала смешивают цемент с 60-70% воды затворения, после чего смешивают со стекловолокном, заполнителем и остальной водой, причем подачу и смешение компонентов осуществляют возвратно-поступательным движением с амплитудой 250-350 мм (SU 1650641, МПК C04B 40/00, опубл. 23.05.1991).

Известен способ получения фибробетона, включающий перемешивания воды синтетических волокон, цемента, песка и стальных фибр с использованием турбулентного смесителя, формование и тепло-влажностную обработку, отличающийся тем, что, с целью повышения ударостойкости бетона, половину воды и синтетические волокна перемешивают в течение 30-40 с в турбулентном смесителе, полученную суспензию направляют в двухвальную смеситель, в котором предварительно приготавливают смесь це-

мента с песком и остальной водой затворения и перемешивают в течение 1,5-2 мин, после чего добавляют стальные фибры и окончательно перемешивают 1-2 мин (SU1528761, МПК C04B 28/00, опубл. 15.12.1989).

Вышеуказанные способы получения фибробетонов не позволяют изготавливать материалы с повышенной биостойкостью.

В патентной литературе содержится большое количество изобретений по фибробетонам, отличающимся видом заполнителя, армирующих волокон, добавок и т.д.

Известен легкий фибробетон, приготовленный из смеси, включающей портландцемент, микросферы, пластифицирующую добавку, стабилизирующую добавку - микрокремнезем, фиброволокно и воду (RU 2036886, МПК C04B 40/00, опубл. 09.06.1995).

Известное решение позволяет получать материалы с высокими показателями прочности, но в известных пределах, к тому же данные фибробетоны, обладают малой биостойкостью.

Известна сырьевая смесь для легкого фибробетона, состоящая из портландцемента, песка, мелкого пористого заполнителя, неметаллических армирующих волокон, суперпластификатора и воды, отличающаяся тем, что в качестве фибры она содержит смесь низкомодульных полипропиленовых и высокомодульных базальтовых волокон при их объемном соотношении 1:(0,4...2,3) и длине, превосходящей наибольший размер мелкого заполнителя в 2...4,8 раза, при следующем соотношении компонентов, об. доли: портландцемент - 0,08-0,11; кварцевый песок с модулем крупности (2,2) - 0,21-0,36; мелкий пористый заполнитель - керамзитовый песок, или бой газобетона - 0,45-0,6; армирующие волокна - 0,003-0,01; суперпластификатор "Макромер П-163" - 0,001-0,0015; вода - остальное (RU 2734485, МПК C04B 28/04, C04B 38/08, C04B 111/20, опубл. 19.10.2020).

Фибробетон данного состава при достаточно высоких показателях прочности и трещиностойкости обладает пониженной биостойкостью.

Известна фибробетонная смесь, включающая цемент, заполнитель и упрочнитель - стальную проволоку, содержит в качестве цемента портландцемент, в количестве 1,0-2,0% от объема смеси стальную проволоку "Миксарм" диаметром 1 мм и длиной 54 мм с анкерами на концах и дополнительно комплексную добавку в количестве 0,88-1,76 мас.% от цемента, состоящую из пластифицирующей добавки "Д-11" 0,5-1,0 мас.% от цемента и модифицирующей добавки, включающей технический углерод - сажу 0,375-0,75 мас.% от цемента и многослойные углеродные нанотрубки диаметром 8-40 нм и длиной 2-50 мкм 0,0005-0,1 мас.% от цемента (RU 2420472, МПК C04B 28/00, B82B 1/00, C04B 111/20, опубл. 10.06.2011).

Недостатками смеси являются применение специального оборудования и затраты времени для приготовления модифицирующей добавки, применение щебня двух фракций.

Известна фибробетонная смесь, содержащая цемент, мелкий заполнитель и высокомодульные волокна трех диаметров. С целью повышения прочности на растяжение при изгибе, трещиностойкости и коррозионной стойкости, смесь содержит высокомодульные волокна диаметром от 0,07 до 1,2 мм с соотношением большего диаметра к последующему меньшему 3,4-3,6 (SU 1701673, МПК C04B 14/38, опубл. 30.12.1991).

Недостатком данной фибробетонной смеси является невысокая прочность на растяжение при изгибе и трещиностойкость изготавливаемого из нее фибробетона. Это вызвано низким сцеплением высокомодульных волокон с бетонной матрицей композита на границе раздела фаз, что приводит к выдергиванию фибр при невысоких напряжениях.

Известна фибробетонная смесь, включающая портландцемент, мелкий заполнитель в виде кварцевого песка двух фракций 0,14-0,315 и 1,25-2,5, упрочнитель в виде токарной фибры и воду при следующем соотношении компонентов, мас. %: портландцемент - 23,2; мелкий заполнитель (фракция 1,25-2,5) - 36,5; мелкий заполнитель (фракция 0,14-0,315) - 25,9; высокомодульные волокна - 6,1; остальное вода (Ковалева А.Ю. Формирование макроструктуры сталефибробетонов (на примере токарной фибры): дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук: 05.23.05: защищена 11.12.01. -СПб., 2001. с. 97-104).

Недостатком известной фибробетонной смеси является невысокая прочность на растяжение при изгибе изготавливаемого из нее фибробетона, вызванная недостаточным сцеплением токарной фибры с матрицей композита.

Известен состав бетонной смеси, включающей портландцемент, кварцевый песок, минеральное волокно и воду. В качестве минерального волокна используют отходы производства базальтового волокна (RU 2288198, МПК C04B 28/02, C04B 14/38, C04B 111/27, опубл. 27.11.2006).

Недостатками смеси являются недостаточные показатели прочности на изгиб, сжатие, раскалывание и морозостойкости.

Известна сырьевая смесь для изготовления фибробетона включающая портландцемент М500Д0 производства ОАО "Новотроицкий цементный завод", кварцевый песок с модулем крупности $M_{кр}=1,5-2,0$, тонкое базальтовое волокно по ТУ 5952-036-05328981-2004 производства ОАО "Ивотстекло" в виде отрезков базальтового ровинга, изготовленного из базальта Украинского месторождения, полифункциональный модификатор бетона МБ 10-01 (Бучкин А.В. Мелкозернистый бетон высокой коррозионной стойкости, армированный тонким базальтовым волокном: Автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук. -М., 2011. 20 с.).

Недостатком состава сырьевой смеси для получения строительных материалов является повышенный расход кремнеземсодержащей модифицирующей добавки, используемой для повышения коррозионной стойкости базальтового волокна, и использование в качестве армирующего компонента базальтового ровинга, себестоимость производства которого высока.

Известна сырьевая смесь для изготовления высокопрочного фибробетона, включающая портландцемент, кварц-полевошпатовый песок, армирующий компонент, кремнеземсодержащую добавку и воду, согласно изобретению, в качестве армирующего компонента содержит базальтовое волокно, полученное центробежно-дутьевым способом, а в качестве кремнеземсодержащей добавки - нанодисперсный порошок диоксида кремния Таркосил-05. При этом используют нанодисперсный порошок диоксида кремния Таркосил-05, предварительно подвергнутый обработке в ультразвуковом диспергаторе совместно с водой затворения в течение 10 мин, а портландцемент совместно с базальтовым волокном смешан в виброистирателе в течение 45 с (RU 2569140, МПК C04B 28/04, B82B 1/0, C04B 111/20, опубл. 20.11.2015).

Известен реакционно-порошковый сверхпрочный фибробетон, содержащий портландцемент ПЦ 500 Д0 (серый или белый), суперпластификатор на основе поликарбоксилатного эфира, микрокремнезем с содержанием аморфного - стекловидного кремнезема не менее 85-95%. Дополнительно включает молотый кварцевый песок (микрокварц) или молотую каменную муку из плотных горных пород с удельной поверхностью $(3-5) \cdot 10^3 \text{ см}^2/\text{г}$, тонкозернистый кварцевый песок узкого гранулометрического состава фракции 0,1-0,5÷0,16-0,63 мм, а также содержанием фибры стального металлокорда (диаметр 0,1-0,22 мм, длина 6-15 мм), базальтовой и углеродные волокна, имеет удельный расход цемента на единицу прочности бетона не более 4,5 кг/МПа, а удельный расход фибры на единицу прироста прочности на растяжение при изгибе, не превышает 9,0 кг/МПа обладает высокой плотностью с новой рецептурой и с новым структурно-топологическим строением, а также бетон имеет дуктильный (пластичный) характер разрушения (RU 2012113330, МПК C04B 28/00, опубл. 10.10.2013).

Недостатком известного фибробетона является низкая биостойкость.

Известна фибробетонная смесь, содержащая портландцемент, микрокремнезем, суперпластификатор С-3 или гиперпластификатор Melflux 2651F, базальтовое волокно, песок кварцевый фракционированный с распределением по фракциям, %: Фр. - 1,25-0,63 60, Фр. - 0,63-0,315 20, Фр. - 0,315-0,14 20, и воду (RU 2423331, МПК C04B 28/04, C04B 111/20, опубл. 10.07.2011).

Основными недостатками известной смеси являются применение дорогостоящего фракционированного песка, высокий расход цемента и базальтового волокна, отсутствие данных по водонепроницаемости, применяемые пластификаторы имеют разные технические свойства.

Наиболее близким техническим решением является фибробетонная смесь, включающая портландцемент, микрокремнезем, пластификатор, волокнистый наполнитель, песок и воду содержит в качестве пластификатора гиперпластификатор Stachement 2061/151.2, в качестве волокнистого наполнителя полипропиленовое волокно длиной 18 мм и диаметром 20 мкм, песок крупный с модулем крупности $M_k=2,5 \div 3,0$ в нефракционированном виде (RU 2583965, МПК C04B 28/04, C04B 16/06, C04B 111/20, опубл. 10.05.2016).

Однако данная фибробетонная смесь, раскрытая в прототипе, характеризуется пониженной биостойкостью.

Сущность изобретения

Технический результат, который достигается при использовании заявленного изобретения, заключается в повышении прочности композита, полученного на основе фибробетонной смеси, на изгиб и сжатие, а также повышении показателей сопротивления удару и биостойкости.

Сущность изобретения заключается в том, что фибробетонная смесь включает портландцемент, микрокремнезем, микрокварц, гиперпластификатор "Melflux 1641F", полипропиленовое волокно длиной 18 мм и диаметром 20 мкм, фибру стальную длиной 12 мм и диаметром 0,22 мм, кварцевый песок двух фракций - 0,16-0,63 и 1,25-5 мм, стеарат полигексаметиленгуанидина и воду, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Портландцемент	27,9-31,0
Микрокремнезем	4,26-4,62
Микрокварц	12,0-12,3
Кварцевый песок фракции 0,16-0,63 мм	24,7-26,4
Кварцевый песок фракции 1,25-5 мм	16,0-17,0
Гиперпластификатор «Melflux 1641F»	0,30-0,31
Фибра стальная	2,3-3,0
Полипропиленовое волокно	0,08-0,1
Стеарат полигексаметиленгуанидина	0,20-0,23
Вода	8,5-8,8

Перечень фигур чертежей и иных материалов

В таблице представлены исследуемые составы фибробетонных смесей, а также физико-механические свойства и биостойкость композитов на основе фибробетонных смесей.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

Фибробетонная смесь включает портландцемент, микрокремнезем, микрокварц, гиперпластификатор "Melflux 1641F", полипропиленовое волокно длиной 18 мм и диаметром 20 мкм и фибру стальную длиной 12 мм и диаметром 0,22 мм кварцевый песок двух фракций - 0,16-0,63 и 1,25-5 мм, стеарат полигексаметиленгуанидина и воду, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Портландцемент	27,9-31,0
Микрокремнезем	4,26-4,62
Микрокварц	12,0-12,3
Кварцевый песок фракции 0,16-0,63 мм	24,7-26,4
Кварцевый песок фракции 1,25-5 мм	16,0-17,0
Гиперпластификатор «Melflux 1641F»	0,30-0,31
Фибра стальная	2,3-3,0
Полипропиленовое волокно	0,08-0,1
Стеарат полигексаметиленгуанидина	0,20-0,23
Вода	8,5-8,8

Для изготовления фибробетонной смеси применялись следующие материалы: портландцемент М500-Д0-Н производства Ульяновского цементного завода, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 10178-85, микрокремнезем - порошкообразный липецкий с удельной поверхностью 5500 м²/г и насыпной плотностью 175 кг/м³; с содержанием SiO₂ не менее 88% с насыпной плотностью 170 кг/м³ и удельной поверхностью 5100-6500 м²/кг, микрокварц Липецкого горно-обогатительного комбината (ЛГОК), S_{уд} 400 м²/г, кварцевый песок фракции 0,16-0,63 мм Смольненского карьера Ичалковского района РМ, кварцевый песок фракции 1,25-5 мм Храмцовского карьера Ивановской области, гиперпластификатор "Melflux 1641F" на основе поликарбоксилатных эфиров (производитель-компания DegussaConstraction-Polymers, SKWTrostberg, Германия), по строению - привитые сополимеры. Отличаются тем, что диспергирование (дефлокуляция, разрушение агломератов, пластификация) происходит по электростерическому принципу, полипропиленовое волокно длиной 18 мм и диаметром 20 мкм, ТУ 2272-001-90345062-2012, ТУ 5458-001-82255741-2008, стальная фибра длиной 12 мм и диаметром 0,22 мм, стеарат полигексаметиленгуанидина-биоцидный препарат на основе сополимера солей гексаметиленгуанидина (химическая формула: C₂₄H₅₁N₃O₂), вода техническая по ГОСТ 23732-2011.

При применении микрокремнезема в составе вяжущего и кварцевых порошков различной крупности увеличивается плотность смеси, повышается прочность и снижается пористость цементного камня и уменьшается расход цемента. Гиперпластификатор позволяет увеличить водоредуцирующий эффект, улучшить реологические и технологические свойства смеси. Наибольшее влияние при равномерном распределении по объему оказывают полипропиленовое волокно и стальная фибра на бетонную матрицу, усиливающей контактную зону "цементный камень - заполнитель". Оптимизация расхода компонентов в составе фибробетонной смеси и позволяет получать фибробетоны с высокими эксплуатационными показателями качества.

Фибробетонную смесь готовят следующим образом.

Портландцемент предварительно смешивают с микрокремнеземом, затем засыпают вяжущее в работающий смеситель и постепенно подают порошки различной крупности, перемешивают компоненты в течение 30 с до получения однородной массы. После этого в сухую смесь до получения требуемой подвижности добавляют воду с растворенным в ней пластификатором и биоцидной добавкой и перемешивают в течение 60 с. Затем полипропиленовые и стальные волокна добавляют в готовую смесь и перемешивают еще 60 с. Перемешивание бетонной смеси осуществляется миксером при вращении 300-600 об/мин. Из полученной смеси формуют образцы. Уплотнение смеси в образцах проводится на лабораторном вибростоле. Твердение образцов осуществляется в нормальных температурно-влажностных условиях.

Испытание фибробетонных образцов на прочность при сжатии, морозостойкость, водонепроницаемость и биостойкость производилось на 28-е сутки в соответствии с ГОСТ 10180-2012, ГОСТ 10060-2012, ГОСТ 12730.5-84.

Сопоставление результатов испытаний заявленного решения (оптимальные составы фибробетонной смеси 2-5) и прототипа показывает, что прочность при сжатии выше на 12%, морозостойкость выше в 1,7 раза при экономии цемента и микрокремнезема в 1,5 раза и уменьшении расхода волокна от 10 до 30 раз по массе. Заявленное изобретение позволяет создавать фибробетоны с фунгицидными свойствами.

Наименование	Содержание компонентов в составе, мас. %						
	Рациональные составы						Прототип
	1	2	3	4	5	6	7
Портландцемент	32,1	31,0	30,1	29,0	27,9	26,9	20,3
Микрокремнезем	4,74	4,62	4,50	4,28	4,26	4,14	2,3
Пластификатор	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,32	0,18
Микрокварц, $S_{уд} = 400 \text{ м}^2/\text{г}$	11,9	12,0	12,1	12,2	12,3	12,4	–
Стальная фибра	2,1	2,3	2,5	2,7	3,0	3,3	
Полипропиленовое волокно	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,05
Кварцевый песок фракции 0,16-0,63 мм	24,1	24,7	25,1	25,9	26,4	26,9	–
Кварцевый песок фракции 1,25-5 мм	15,6	16,0	16,4	16,7	17,0	17,3	–
Песок нефракционированный крупный $M_k=2,5\pm 3,0$	–	–	–	–	–	–	67,6
Стеарат полигексаметиленгуанидин	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	–
Вода	8,9	8,8	8,7	8,6	8,5	8,4	9,57
Прочность при изгибе, МПа	33,0	41,0	45,0	43,0	41,0	31,0	10,0
Прочность при сжатии, МПа	100,0	150,0	180,0	170,0	150,0	110,0	50,5
Ударная вязкость, кДж/м ²	3,6	3,7	3,9	4,0	3,8	3,7	2,0
Морозостойкость, циклы	650	650	700	700	750	650	F600
Водонепроницаемость, МПа* 10^{-1}	18	18	18	18	18	18	W16
Биостойкость	Гриб.*	Фунг.**	Фунг.	Фунг.	Фунг.	Фунг.	Не грибостойкий

Примечание:

* Гриб. - грибостойкий,

** Фунг. - фунгицидный.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Фибробетонная смесь, включающая портландцемент, микрокремнезем, пластификатор, волокно, песок и воду, отличающаяся тем, что содержит в качестве пластификатора гиперпластификатор "Melflux 1641F", в качестве волокна используют полипропиленовое волокно длиной 18 мм и диаметром 20 мкм и фибру стальную длиной 12 мм и диаметром 0,22 мм, кварцевый песок используют двух фракций - 0,16-0,63 и 1,25-5 мм и дополнительно содержит микрокварц и стеарат полигексаметиленгуанидина, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

портландцемент - 27,9-31,0,
микрокремнезем - 4,26-4,62,
микрокварц - 12,0-12,3,
кварцевый песок фракции 0,16-0,63 мм - 24,7-26,4,
кварцевый песок фракции 1,25-5 мм - 16,0-17,0,
гиперпластификатор "Melflux 1641F" - 0,30-0,31,
фибра стальная - 2,3-3,0,
полипропиленовое волокно - 0,08-0,1,
стеарат полигексаметиленгуанидина - 0,20-0,23,
вода - 8,5-8,8.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2