

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 24078

(13) С1

(46) 2023.08.30

(51) МПК

*C 04B 28/04* (2006.01)

*C 04B 14/06* (2006.01)

*C 04B 14/48* (2006.01)

*C 04B 16/06* (2006.01)

(54)

## НАПРЯГАЮЩАЯ ФИБРОБЕТОННАЯ СМЕСЬ

(21) Номер заявки: а 20220227

(22) 2022.09.26

(71) Заявитель: Учреждение образования "Брестский государственный технический университет" (ВУ)

(72) Авторы: Белкина Ирина Владимировна; Павлова Инесса Павловна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Брестский государственный технический университет" (ВУ)

(56) RU 2583965 С1, 2016.

RU 2575658 С1, 2016.

RU 2397069 С1, 2010.

SU 1701673 А1, 1991.

CN 101880138 А, 2010.

CN 103527216 А, 2014.

(57)

Напрягающая фибробетонная смесь, содержащая портландцемент, пластификатор, волокнистый наполнитель, песок и воду, **отличающаяся** тем, что в качестве пластификатора содержит добавку "Стахемент 2010", в качестве волокнистого наполнителя - фибру полипропиленовую диаметром 0,05 мм и длиной 12 мм и фибру стальную анкерную диаметром 0,40 мм и длиной 30 мм и дополнительно содержит щебень гранитный фракции 5-20 мм и расширяющуюся добавку "Арколин" при следующем соотношении компонентов, мас. %:

портландцемент	15,0-25,0
пластификатор	0,15-0,35
фибра полипропиленовая	0,05-0,15
фибра стальная анкерная	1,0-2,0
песок	30,0-45,0
щебень	30,0-45,0
расширяющаяся добавка "Арколин"	2,5-3,8
вода	остальное.

Изобретение относится к составам фибробетонных смесей, применяемых для изготовления самонапряженных сборных и монолитных строительных сооружений, конструкций и изделий с высокими эксплуатационными характеристиками.

Известна фибробетонная смесь, включающая портландцемент, базальтовое волокно, пластификатор, песок и воду [1].

Недостатками смеси являются применение дорогостоящего фракционированного песка, высокий расход цемента и базальтового волокна, отсутствие данных по усадке, применяемые пластификаторы имеют разные технические свойства.

ВУ 24078 С1 2023.08.30

# ВУ 24078 С1 2023.08.30

Наиболее близким является состав фибробетонной смеси, содержащий портландцемент, микрокремнезем, пластификатор, волокнистый наполнитель, песок и воду [2], принятый за прототип.

Основными недостатками являются высокий расход цемента и песка, отсутствие крупного заполнителя в составе фибробетона, отсутствие данных по прочности на растяжение при изгибе и усадке.

Задачей заявленного изобретения является создание напрягающей фибробетонной смеси, обеспечивающей получение напрягающего фибробетона повышенной долговечности и эксплуатационной надежности, с заданной маркой по самонапряжению, с высокими характеристиками прочности при сжатии и изгибе.

Технический результат заключается в повышении прочности на растяжение при изгибе за счет рационального подбора и расхода компонентов напрягающей фибробетонной смеси, в компенсации усадочных деформаций с развитием усилий самонапряжения, в уменьшении себестоимости бетона за счет снижения количества цемента и использования крупного нефракционированного песка.

Это достигается тем, что напрягающая фибробетонная смесь, содержащая портландцемент, пластификатор, волокнистый наполнитель, песок и воду, отличается тем, что в качестве пластификатора содержит добавку "Стахемент 2010", в качестве волокнистого наполнителя - фибру полипропиленовую диаметром 0,05 мм и длиной 12 мм и фибру стальную анкерную диаметром 0,40 мм и длиной 30 мм и дополнительно содержит щебень гранитный фракции 5-20 мм и расширяющуюся добавку "Арколин" при следующем соотношении компонентов, мас. %: портландцемент - 15,0-25,0; пластификатор - 0,15-0,35; фибра полипропиленовая - 0,05-0,15; фибра стальная анкерная - 1,0-2,0; песок - 30,0-45,0; щебень - 30,0-45,0; расширяющаяся добавка "Арколин" - 2,5-3,8; вода - остальное.

В таблице приведена информация, подтверждающая положительный эффект заявленного изобретения.

## Напрягающая фибробетонная смесь

Наименование	Содержание компонентов в составе, мас. %	
	Прототип (состав № 6)	Заявленный состав
Портландцемент	19,80	15,58
Пластификатор	0,56	0,23
Фибра полипропиленовая	0,13	0,12
Фибра стальная анкерная	-	1,59
Песок	67,50	34,75
Щебень	-	36,35
Расширяющаяся добавка	-	3,59
Вода	9,31	7,79
Прочность при сжатии, МПа	45,5	54,5
Прочность на растяжение при изгибе, МПа	-	9,5
Марка по самонапряжению, МПа	-	S <sub>p</sub> 2,0
Осадка конуса, см	23	18

Для приготовления напрягающей фибробетонной смеси применялись:

портландцемент ЦЕМ I 42,5Н, ГОСТ 31108-2020, ГОСТ 30515-2013, филиал № 1 "Цементный завод" РПТУП "Управляющая компания холдинга "Белорусская Цементная Компания" ОАО "Красносельскстройматериалы" ГП Красносельский Гродненской области, Республика Беларусь;

## ВУ 24078 С1 2023.08.30

пластификатор - пластифицирующая добавка I группы "Стахемент 2010" ТУ ВУ 800013176.005-2012, массовая доля сухого вещества 25,0 %, изг. СООО "Стахема-М", Республика Беларусь;

фибра полипропиленовая диаметром 0,05 мм и длиной 12 мм, ТУ 2272-001-30726220-2015, изг. - ООО "Руссеал", г. Санкт-Петербург, Российская Федерация;

фибра стальная анкерная диаметром 0,40 мм и длиной 30 мм, ТУ ВУ 400074854.628-2011 Изм. № 1, 2; ТУ 14-1-5564-2008 Изм. № 1, 2, 3, 4; DIN EN 14889-1:2006, изг. - ОАО "Белорусский металлургический завод - управляющая компания холдинга "Белорусская металлургическая компания" г. Жлобин, Гомельская область, Республика Беларусь;

песок I класса нефракционированный группы по крупности "крупный"  $M_k = 2,5-3,0$ , ГОСТ 8736-2014;

щебень гранитный фракции 5-20 мм, ГОСТ 8267-93, изг. - РУПП "Гранит" г. Микашевичи, Республика Беларусь,

расширяющаяся добавка "Арколин", ТУ ВУ 200217281.002-2020 изг. - ООО "Аркос", Республика Беларусь.

Добавка-пластификатор I группы на основе поликарбосилатов позволяет снизить расход цемента и повысить пластичность смеси, начальную и конечную прочность бетона.

При применении расширяющейся добавки в составе вяжущего снижается расход цемента. Минеральные добавки сульфоалюминатного типа реализуют механизм расширения через образование этtringита, что при совместном взаимодействии со стальной фиброй в качестве ограничителя деформаций создает самонапряжение в фибробетоне.

При равномерном распределении по объему стальное волокно, подверженное обжатию расширяющейся бетонной матрицей, создает прочный каркас, способный компенсировать спады прочности и усадку как в раннем, так и в позднем возрасте бетона. Полипропиленовое волокно служит для усиления бетонной матрицы в контактной зоне с заполнителем.

Синергетический эффект двух типов волокон проявляется в увеличении прочности на сжатие и на растяжение при изгибе и достижении требуемых деформационных характеристик. Оптимизация расхода компонентов в составе напрягающей фибробетонной смеси позволяет получать напрягающие фибробетоны с повышенной долговечностью и эксплуатационной надежностью.

Напрягающую фибробетонную смесь готовили следующим образом: портландцемент и расширяющую добавку засыпали в лопастную бетономешалку, предварительно смочив борта и обработав частью песка, перемешивали в течение 30 с, затем добавляли оставшийся песок и перемешивали 60 с до получения однородной массы. После этого в смесь засыпали щебень и перемешивали еще 60 с. В сухую смесь добавляли воду с растворенным в ней пластификатором и перемешивали до получения требуемой подвижности. Затем в готовую смесь засыпали полипропиленовое волокно без предварительной подготовки и перемешивали 60 с. Таким же образом вводилась стальная анкерная фибра. Уплотнение смеси проводилось на лабораторном вибростоле. Твердение напрягающей фибробетонной смеси и хранение образцов до момента испытания проходило в водных условиях; испытание напрягающих фибробетонных образцов на прочность при сжатии и на растяжение при изгибе производилось на 28-е сутки в соответствии с СТБ 1544-2004, ГОСТ 10180-2012. Определение марки по самонапряжению выполнено согласно СТБ 2101-2010.

Предложенный состав напрягающей фибробетонной смеси, а также прочностные и деформационные свойства полученного напрягающего фибробетона в сравнении с прототипом показаны в таблице.

При малом расходе портландцемента, совместном использовании двух типов волокон, при оптимальных дозировках расширяющейся добавки и пластификатора дости-

# **ВУ 24078 С1 2023.08.30**

гаются высокая прочность напрягающего фибробетона на сжатие и растяжение при изгибе и требуемое значение самоупрочнения.

Сопоставление результатов испытаний заявленного состава и прототипа показывает, что прочность на сжатие выше на 20 % при экономии цемента в 1,3 раза и песка в 2 раза.

Источники информации:

1. RU 2423331, 2011 (аналог).
2. RU 2583965, 2016 (прототип).