



А к ц и о н е р н о е    О б щ е с т в о  
**«Институт Гипростроймост – Санкт-Петербург»**

ул. Яблочкова, д. 7, кор. 2, лит. А, Санкт-Петербург, Россия, 197198  
тел.: (812) 233 41 60; факс: (812) 233 96 66; e-mail: office@gpsm.ru; www.gpsm.ru

**УТВЕРЖДАЮ**

**Директор по проектированию**

**АО « Институт**

**Гипростроймост-Санкт-Петербург»**

**Скорик Олег Георгиевич**



**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

**по использованию синтетического макроволокна Concris ES  
для дисперсного армирования дорожного бетона**



А к ц и о н е р н о е    О б щ е с т в о

**«Институт Гипростроймост – Санкт-Петербург»**

ул. Яблочкова, д. 7, кор. 2, лит. А, Санкт-Петербург, Россия, 197198  
тел.: (812) 233 41 60; факс: (812) 233 96 66; e-mail: office@gpsm.ru; www.gpsm.ru

**Санкт-Петербург 2016**

**СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ**

**Руководитель работы**

Главный инженер проекта АО «Институт

Гипростроймост-Санкт-Петербург»  Тихонов Вячеслав Петрович

**Ответственные исполнители**

К.т.н., доцент ФГБОУ ВО ПГУПС  Смирнова Ольга Михайловна

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

### **по использованию синтетического макроволокна Concrіx ES для дисперсного армирования дорожного бетона**

#### **1 Цель работы**

Изучение влияния синтетического макроволокна Concrіx ES на прочностные свойства дорожного бетона.

#### **2 Общие сведения**

Дисперсное армирование бетона позволяет частично компенсировать недостатки бетона как хрупкого материала: низкие значения предела прочности при растяжении, хрупкость разрушения [1 – 3].

На эффективность дисперсного армирования оказывает влияние отношение модулей упругости материала макроволокна и цементной матрицы, расход волокон, химическая стойкость волокон по отношению к материалу матрицы, геометрические характеристики макро-волокна (длина, диаметр, рельеф поверхности), соотношение размеров армирующих волокон с размерами неоднородностей структуры матрицы.

Синтетическое двухкомпонентное макроволокно характеризуется более низким модулем упругости и повышенной деформативностью по сравнению со стальной фиброй. Однако стальная фибра подвержена коррозии. Из-за отсутствия коррозии синтетические волокна могут успешно использоваться для ряда задач, например, на открытых площадках и дорогах с бетонным покрытием.

Необходимо установить количественное влияние синтетического макроволокна на прочностные характеристики дорожных бетонов. Дорожные бетоны изготавливаются из тяжелого бетона класса прочности В25-В35. В литературе, посвященной дисперсному армированию, этому вопросу уделено недостаточно внимания. Это определило направление исследований.

В работе использовано синтетическое двухкомпонентное макроволокно Concrіx ES на основе полиолефинов со следующими

характеристиками: предел прочности при растяжении 600 МПа, модуль упругости 11000 МПа, длина волокон 50 мм, диаметр волокна 0,5мм, отношение длины волокна к его диаметру более 100, содержание волокон в 1кг – около 130000 шт., температура плавления 150°C (рисунок 1-2).



Рисунок 1 – Внешний вид макроволокна Concrіx ES

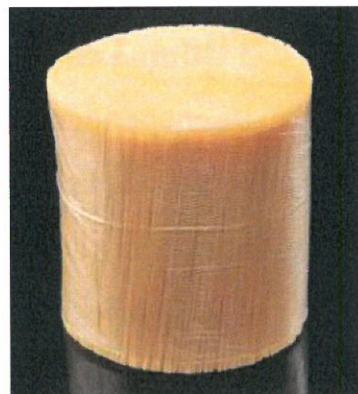


Рисунок 2 – Удобная упаковка макроволокон с помощью водорастворимой пленки

Исследования по модифицированию синтетических волокон с целью их эффективного использования в составах цементных композитов проводятся многими учеными. Например, вопросы повышения модуля упругости, теплостойкости и гидрофильности полипропиленового волокна представлены в работе [5].

Таким образом, сегодня предлагаются технические решения по получению синтетических волокон, направленные на повышение теплостойкости, прочности, снижения деформативности, повышения адгезии к цементной матрице. В настоящее время разработаны принципиально новые синтетические макроволокна, применение которых в составах тяжелого бетона требует дополнительных исследований.

Технологический процесс производства макроволокна Concrіx ES предполагает направленную физическую и химическую модификацию с целью придания механической прочности самому волокну и химически реакционной активности поверхности волокна к продуктам гидратации цемента. Ядро и оболочка данного макроволокна состоят из различных

синтетических полимеров (рисунок 3).

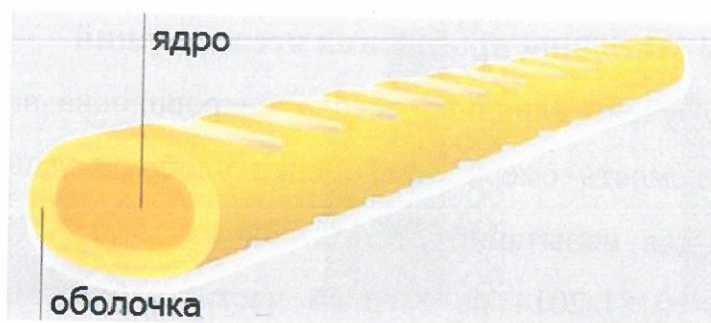


Рисунок 3 – Строение макроволокна Concrіx ES

Материал ядра макроволокна имеет высокие прочностные характеристики, высокий модуль упругости. Материал оболочки макроволокна имеет высокую адгезию к цементному камню. Такие двухкомпонентные синтетические макроволокна были разработаны с целью повышения предела прочности при изгибе, снижения ползучести бетона.

### 3 Характеристика исходных материалов

Исследование влияния двухкомпонентного синтетического макроволокна Concrіx ES на прочностные характеристики бетона было проведено на бетонной смеси состава БСТ В25 П3; а также на смесях для бетона классов прочности В30 и В35. Расход макроволокна составлял 3 и 4,5 кг/м<sup>3</sup>. Образцы бетона имели гладкую поверхность, при испытаниях на изгиб макроволокна в основном не рвались, а выдергивались из бетона (рис.4).



Рисунок 4 – Образцы бетона 10×10×40 см после испытаний на растяжение при изгибе

#### 4 Методика проведения исследований

Изучено влияние расхода макроволокна на удобоукладываемость и сохраняемость смеси. Для оценки удобоукладываемости пробы бетонной смеси для испытаний отбирались на месте ее приготовления согласно ГОСТ 10181-2014 из средней части замеса. Испытание начиналось не позднее чем через 10 минут после отбора пробы. При контроле определялась удобоукладываемость и плотность смеси.

Для определения влияния расхода макроволокна на удобоукладываемость и «живучесть» бетонной смеси были проведены эксперименты, результаты которых представлены на рисунке 5. Расход цемента составил  $430 \text{ кг/м}^3$ , В/Ц=0,44, суперпластификатор в количестве 0,6% [6-9]; расход синтетического макроволокна – 3 и  $4,5 \text{ г/м}^3$ .



Рисунок 5 – Влияние расхода макроволокна на удобоукладываемость и сохраняемость бетонной смеси

Согласно рисунка 5 введение макроволокна в количестве 3–4,5  $\text{кг/м}^3$  не приводит к увеличению водопотребности смеси и марка по удобоукладываемости смесей осталась прежней ПЗ.

Результаты определения предела прочности при сжатии и на растяжение при изгибе образцов бетона с различным содержанием макроволокна в возрасте 28 суток представлены на рисунках 6–7.

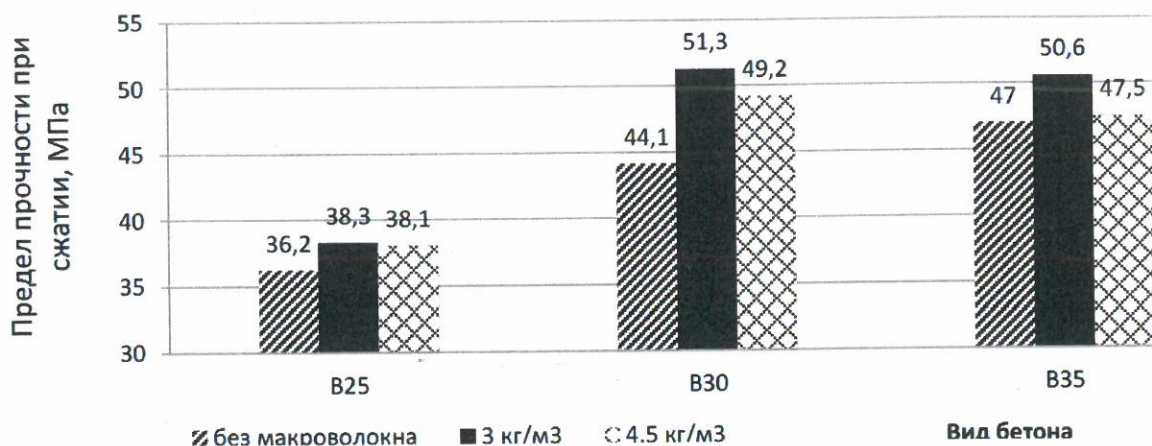


Рисунок 6 – Предел прочности при сжатии образцов бетона с различным содержанием макроволокна

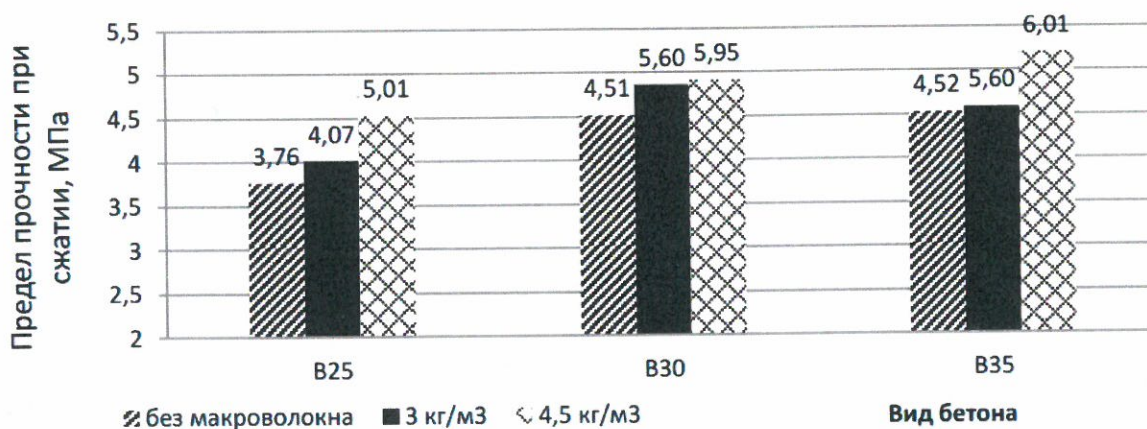


Рисунок 7 – Предел прочности на растяжении при изгибе образцов бетона с различным содержанием макроволокна

## 5 Выводы

Введение в состав бетона синтетического двухкомпонентного макроволокна Concrіx ES в количестве 3 кг/м<sup>3</sup> повышает предел прочности при сжатии в большей степени по сравнению с составом, содержащим макроволокно в количестве 4,5 кг/м<sup>3</sup>. Однако, исходя из условия повышения предела прочности на растяжении при изгибе, следует выбирать состав бетона, содержащий макроволокно в количестве 4,5 кг/м<sup>3</sup>. С таким содержанием макроволокна предел прочности на растяжение при изгибе увеличивается до 35%, в то время как 3 кг/м<sup>3</sup> увеличивает предел прочности при изгибе до 25%.

Кроме того, как показывают данные, прочность на растяжение на изгибе практически сохраняется, не смотря на появление внушительного размера трещины в 25 мм (с учетом того, что в испытаниях использовалось макроволокно с длиной волокон 35 мм и 50 мм. Что говорит о безупречной работе двухкомпонентного макроволокна.

Таким образом, дисперсное армирование бетона макроволокном позволяет повысить прочность на растяжение при изгибе, а также компенсировать недостатки бетона – образование усадочных трещин, и хрупкость разрушения. В результате сравнительных испытаний установлен различающийся характер разрушения образцов. После испытаний на сжатие от контрольных образцов без макроволокна легко отделялись фрагменты бетона. Армированный бетон двухкомпонентным макроволокном Conсгіх после потери прочности при сжатии не разрушался и сохранил целостность образцов даже при попытке многократного нагружения. В результате сравнительных испытаний установлен расход двухкомпонентного макро- волокна для исследованного бетона В25-В35, который составил  $4,5 \text{ кг/м}^3$ .



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пухаренко, Ю.В. О вязкости разрушения фибробетона / Ю.В. Пухаренко, В.Ю. Голубев // Вестник гражданских инженеров. – 2008. – №3. – С. 80–83.
2. Пухаренко Ю.В., Пантелеев Д.А., Морозов В.И., Магдеев У.Х. Прочность и деформативность полиармированного фибробетона с применением аморфной металлической фибры. Academia. Архитектура и строительство. 2016. № 1. С. 107-111.
3. Weber, Wolfgang E., and Viktor Mechtcherine. "Modeling the dynamic properties of fibre-reinforced concrete with different coating technologies of multifilament yarns." *Cement and Concrete Composites* 73 (2016): 257-266.
4. C. Scheffler, S.L. Gao, R. Plonka, E. Mäder, S. Hempel, M. Butler, V. Mechtcherine. Interphase modification of alkali-resistant glass fibres and carbon fibres for textile reinforced concrete II: water adsorption and composite interphases. *Compos. Sci. Technol.*, 69 (7–8) (2009), pp. 905–912
5. W. Weber, B.W. Zastrau. Analytical description of FRC subjected to transient loads. *J. Theor. Appl. Mech.*, 51 (1) (2013), pp. 183–194
6. Лабораторный отчет ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ «ПРОЧНОСТЬ» при ФГБОУ ВО ПГУПС