

прочности бетона длительно-эксплуатируемых железобетонных конструкций целесообразно использовать метод упругого отскока и ударного импульса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Улыбин А.В. О выборе методов контроля прочности бетона построенных сооружений. – Москва: Стройиздат, 1995 – 136с.
2. Зубков В.А. Определение прочности бетона: учебное пособие. -Москва: изд- во АСВ, 1998,-120с.]
3. СТБ 2264-2012 Испытание бетона. Неразрушающий контроль прочности.
4. ГОСТ 28570-90. Бетоны. Определение прочности по образцам отобраным из конструкции.

УДК 691.542

ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ С ДОБАВКОЙ ФИБРЫ ИЗ КОРДНОЙ ТКАНИ

КОРСУН А.М.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Введение

Опыт исследования прочности различных бетонов на заполнителях с упрочненной контактной зоной между заполнителем и матрицей цементного камня свидетельствует, что прочность и трещиностойкость материала возрастает с ростом связности его структуры. Оптимальный результат достигается в том случае, когда микроармирующие новообразования цементного камня в его матрице и в упрочненной им контактной зоне заполнителя, (микрозаполнитель и различные фракции макрозаполнителя) образуют единую фрактальную структуру. Такая структура образует единый несущий решетчатый каркас, распределяющий как внешние, так и внутренние нагрузки по всему объему материала. Как было отмечено выше, наличие в тяжелом бетоне крупного заполнителя не позволяет расположить дисперсные волокна достаточно близко друг к другу. В

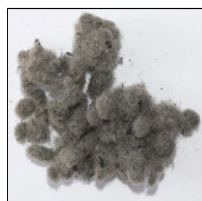
следствие этого, трудно пояснить использование полипропиленовой фибры в тяжелых бетонах. В данной работе ставится задача получить вяжущую систему на основе портландцемента (вяжущее с волокнистым компонентом) для решения задач компенсации усадки строительных смесей и мелкозернистых бетонов. В виду отсутствия в них скелета из крупного заполнителя.

1. Фибра из кордной ткани

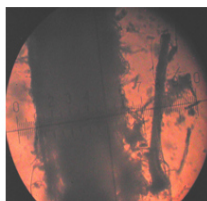
Фибра из кордной ткани - волокнообразный материал, полученный после переработки утилизированных автомобильных шин. Исходное для ее получения, полиамидное волокно (волокно для производства кордной нити и ткани (рисунок 1)) имеет $R_{BH} \geq 70$ МПа, относится к группе гидрофильных волокон (водопоглощение до 8 %).



Рис. 1. Кордная ткань



а



б

Рис. 2. Фибра из кордной ткани: а – в виде товарного продукта, полученного после разделки шин; б – под микроскопом

Поверхностный слой элементарных волокон ИКТ (рисунок 2) несколько ослаблен (разрыхлен) вследствие механического воздействия при извлечении корда из шин (см. рисунок 2 б). На участках длиной 30-40 мкм волокна ИКТ иногда содержат 1-2 остатка разме-

ром до 10 мкм вещества черного цвета (материал шины), прочно соединенного с волокном (микроанкеры). Отход ИКТ сохранил специальное покрытие - «замастыватель», повышающее RaГВН.

2. Цель и суть исследования

Испытания проводились на ПЦ 500 Д0, изготовленном ОАО «Красносельскстройматериалы».

Характеристики: Кнг = 0,2725; I группа эффективности при пропаривании; средняя активность при пропаривании 38,2 МПа.

На первом этапе исследования выполнялась оценка основных физико – технических свойств системы «ПЦ – волокно» путем введения различных волокон на этапе приготовления смеси по ГОСТ 310.1-81 и ГОСТ 30744-2001 в научно – исследовательской и испытательной лаборатории бетонов и строительных материалов БНТУ. Фактически проводились испытания мелкозернистого бетона при соотношении ПЦ : песок = 1:3. Добавка волокон вводилась в размере 1% от массы цемента.

В процессе проведения исследований готовились бетонные образцы, которые проверялись на предел прочности на растяжение при изгибе. В качестве образцов использовались балочки размером: 40×40×160 мм. Были изготовлены несколько серий образцов с различными фиброволокнами (полипропиленовое, полиамидное структурированное, волокно ИКТ).

Были так же изготовлены образцы с использованием фибры из кордной ткани, помолотой совместно с портландцементом (в количестве 1% от массы ПЦ) в лабораторной шаровой мельнице типа МБЛ-5 в течение 10 минут (рисунки 3 и 4). Для достоверных результатов испытаний, цемент для серий образцов с волокнами в неизменном виде, а также контрольных, подвергали дополнительному помолу в мельнице в течение 10 минут.

В ходе проведения эксперимента сначала приготавливались сухие смеси из цемента и песка. Затем добавлялось заданное по весу количество волокна. После тщательного перемешивания смесь затворялась водой. Вода добавлялась в несколько приемов с целью обеспечения равномерного перемешивания смеси и недопущения возникновения комков. Перемешивание осуществлялось непрерывно сразу после затворения водой. Процесс затворения водой длился в течение 5 минут.

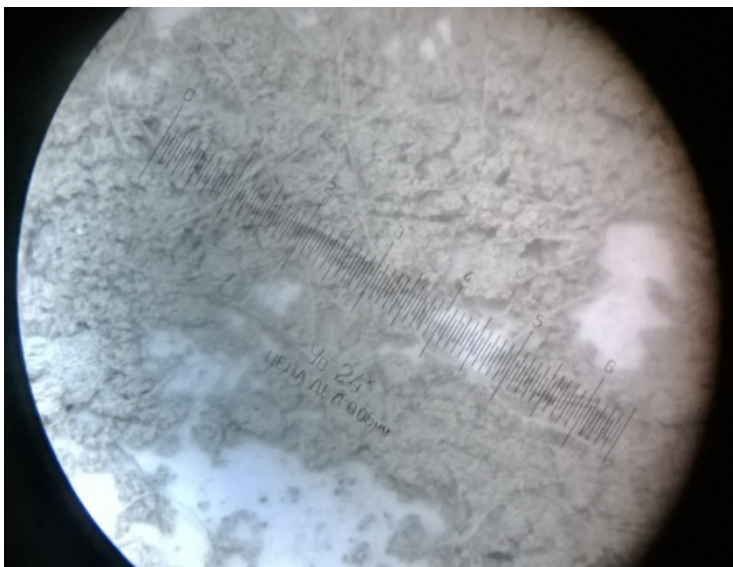


Рис. 3. Портландцемент с фиброй из использованной кордной ткани после совместного помола в течение 10 минут

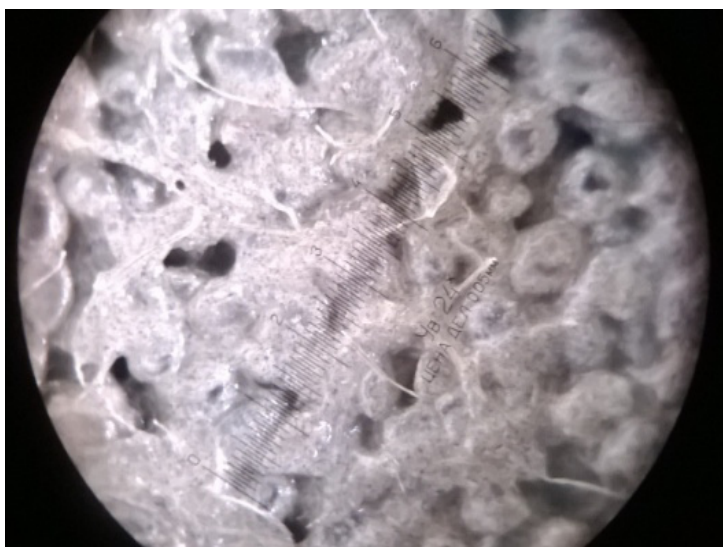


Рис. 4. Формовочная смесь, включающая ПЦ совместно помолотый с волокнами ИКТ, кварцевый песок и воду

Затем раствором заполняли форму, которую на 10 секунд помещали на вибростол, где смесь уплотнялась – из смеси удалялась избыточная влага и пузырьки воздуха. Твердение образцов осуществлялось в пропарочной камере по режиму: 1 час предварительной выдержки – 2 часа подъема температуры до значения 80°C – 6 часов изотермической выдержки. Распалубка и испытание образцов проводились спустя 24 часа от момента изготовления образцов.

Балочки устанавливались на платформу с двумя опорами. Рабочее расстояние между опорами $l = 100$ мм. Сверху к образцу прикладывалось усилие, которое передавалось через кронштейн. Испытания проводились на высокоточной разрывной машине ИР 5057 - 50 с возможностью подключения ЭВМ и получения данных (в том числе построение графиков) в момент испытания. Усредненные графики испытания серий образцов представлены на рисунках 5 – 9.

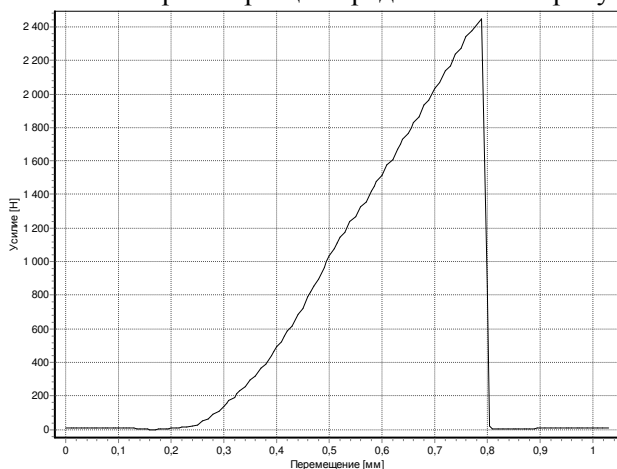


Рис. 5. График разрушающей нагрузки для контрольного образца

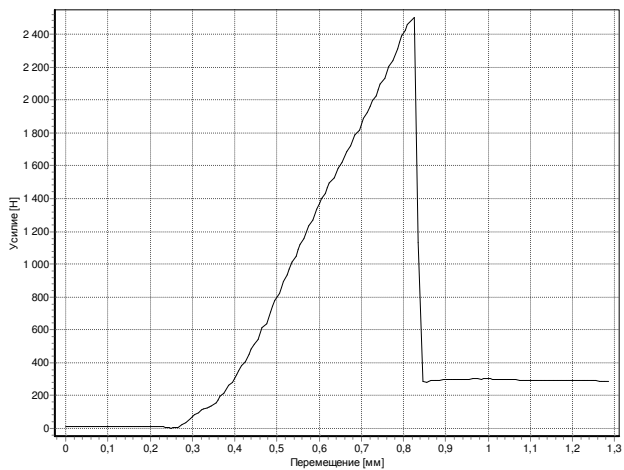


Рис. 6. График разрушающей нагрузки для образца с полипропиленовыми волокнами

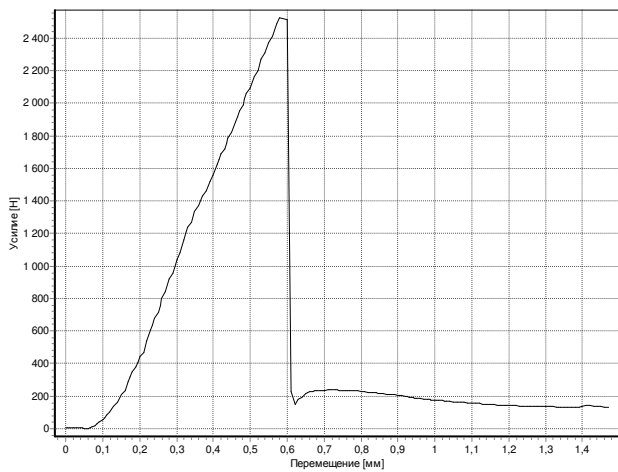


Рис. 7. График разрушающей нагрузки для образца волокнами ИКТ

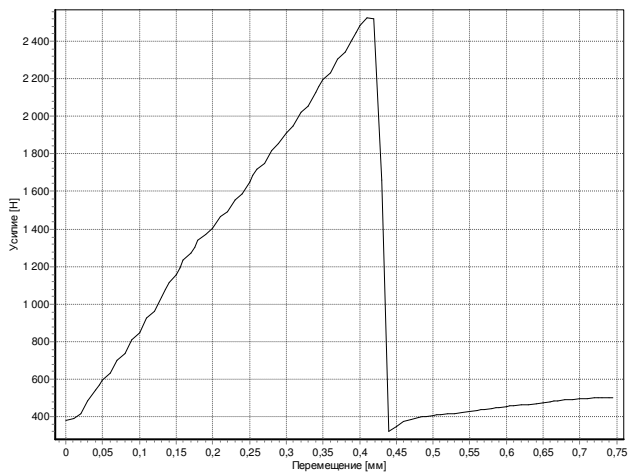


Рис. 8. График разрушающей нагрузки для образца со структурированными полиамидными волокнами

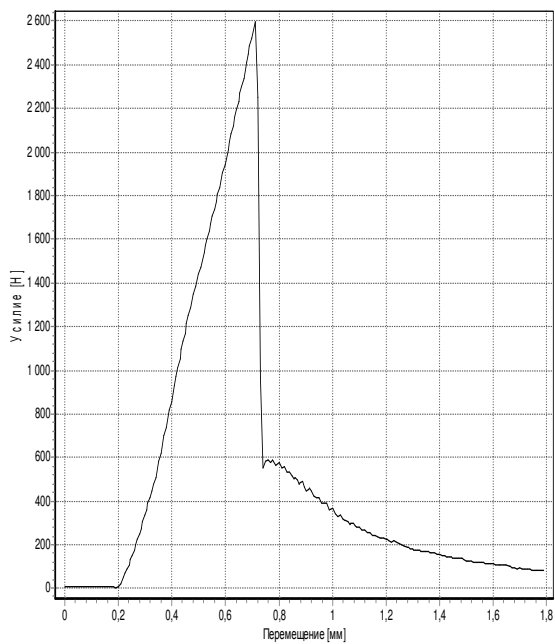


Рис. 9. График разрушающей нагрузки для образца из молотых совместно ПСЦ и фибры из ИКТ

3. Результаты исследования

После испытаний серий образцов на растяжение при изгибе, были произведены испытания половинок образцов – балочек при сжатии. Согласно методике ГОСТ 310.4 – 81.

Результаты испытаний серий образцов на растяжение при изгибе и сжатии представлены в таблице 1.

Таблица 1
Результаты испытаний на растяжение при изгибе

Результаты испытаний ПЦ с добавкой техногенных волокон							
Цементная композиция	Прочность, МПа						Характер разрушения
	Ризг	Ризг. ср.	Δ Ризг, %	Рсж	Рсж. ср.	Δ Рсж, %	
ПЦ без добавления техногенного волокна (контрольный)	5,51	5,64	0,00	25,8	25,8	0,0	Хрупкое с распадом на фрагменты
	5,69			26,0			
				26,8			
				26,4			
				24,2			
5,73	25,6						
ПЦ с добавлением техногенного волокна (полипроп. вол-на) (Состав 1)	6,01	5,93	5,12	25,2	25,2	-2,2	Хрупкое без распада на фрагменты
	5,86			24,8			
				25,0			
				25,2			
				25,2			
5,92	26,0						
ПЦ с добавлением техногенного волокна (ИКТ не молотая) (состав 2)	5,29	5,77	2,31	22,6	22,0	-14,6	Хрупкое без распада на фрагменты
	6,00			22,6			
				21,8			
				21,0			
				22,0			
6,03	22,2						
ПЦ с добавлением техногенного волокна (ИКТ молотая) (состав 3)	6,08	6,13	8,75	24,2	24,1	-6,7	Хрупкое без распада на фрагменты
	6,15			24,6			
				23,4			
				23,4			
6,17	24,2						
ПЦ с добавлением техногенного волокна (структурир. вол-ло) (состав 4)	5,92	5,76	2,08	24,0	23,3	-9,8	Хрупкое без распада на фрагменты
	5,56			23,4			
				22,0			
				22,2			
				24,0			
5,79	24,0						

Предварительный вывод об уровне параметра R_a ТВН (прочности адгезионного контакта «ТВН – гидросиликатная матрица») сделан на основании визуального анализа поверхностей, по которым про-

изошло разрушение цементных образцов при их испытании на прочность на растяжение при изгибе.

Установлено, что свежееотформованная поверхность цементного камня из вяжущего, полученного совместным помолом портланд-цемента и волокон ИКТ, содержит небольшое количество видимых волокон. На сколе образцов просматриваются единичные элементарные волокна ИКТ (рисунок 10). Это позволяет сделать вывод о том, что технически не сложно качественно распределить волокна в теле цементного образца. В отличие от образцов с полиамидными или полипропиленовыми волокнами (рисунок 11).



Рис. 10. Поверхность разрушения образца из ПЦ молотого совместно с волокнами ИКТ

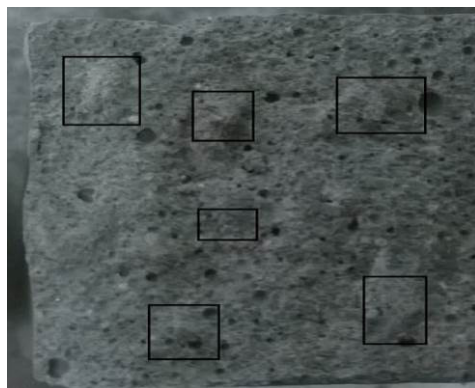


Рис. 11. Поверхность разрушения цементного образца с волокнами фибры (прямоугольниками отмечены видимые волокна)

Другие волокна (полиамидные и полипропиленовые) после испытаний видны невооруженным глазом в большем количестве, чем

волокна ИКТ. Возможно, что в процессе нагружения цементного образца волокна фибры дополнительно вытягиваются с последующим разрывом или без сопротивления, вследствие низкого уровня значений $R_{атвн}$, извлекаются из цементного камня без разрыва. Механизм разрушения ТВН при нагружении цементного бетона зависит от множества факторов, в т.ч. и от соотношения между прочностью цементной матрицы, $R_{атвн}$ и $R_{ТВН}$.

Полученные результаты испытаний и характера разрушения образцов свидетельствуют о эффективности работы вяжущего с добавлением 1% фибры из ИКТ и совместного помола с ПЦ в течение ~ 10 минут.

4. Выводы

Разработаны основы технологии обогащения портландцемента фиброй из использованной кордной ткани (ИКТ) и получения вяжущего путем совместного помола ПЦ и фибры из ИКТ (в количестве 1% от массы цемента) для решения задачи компенсации усадки строительных смесей и мелкозернистых бетонов. Представлены экспериментальные исследования, направленные на решение проблемы рационального использования побочного продукта технологического процесса утилизации автомобильных шин, образующегося в виде техногенных волокон.

Экспериментально установлено, что вяжущее полученное совместным помолом портландцемента и волокон ИКТ, практически не отличается по значения прочности при изгибе, от полученных с использованием полипропиленовых волокон. По характеру разрушения образцов, развитию трещин при изгибе, даже превосходит эффект от полипропиленовых волокон.

По совокупности результатов исследования, а также учитывая фактор себестоимости волокон ИКТ (в 30-40 раз дешевле чем полипропиленовая фибра) определено, что технологический прием утилизации волокон ИКТ путем обогащения портландцемента совместным помолом, оправдан не только по техническому эффекту, но и с экономической точки зрения.