



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИБРЫ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ ПОЛИСТИРОЛБЕТОНА

В статье рассматривается возможность и целесообразность применения фибры из ПЭТ-тары в составе полистиролбетона, а также способы получения такой фибры. Приведен сравнительный анализ результатов исследования прочностных и тепловых характеристик образцов полистиролбетона с ПЭТ-фиброй и без нее, а также обзор аналогов фибры для полистиролбетона.

Полиэтилентерефталат, фибра, полистиролбетон, прочностные характеристики, исследование, рециклинг.

Постановка проблемы. В наши дни, когда экологические проблемы не просто обсуждаются, но и решаются, очень важно использовать любые ресурсы вторично. К примеру, пластиковую тару (бутылки) из полиэтилентерефталата. К свойствам этого замечательного, но мало уважаемого экологами материала относятся: абсолютная влагостойкость, дешевизна, стойкость к воздействию органических растворителей, высокая температура плавления (+240°C), свойства диэлектрика и высокая механическая прочность. Анализ этих свойств, а также огромный объем данного материала на свалках, дает множество идей для применения ПЭТ-тары вторично, как вариант – в качестве фибры для полистиролбетона.

Анализ исследования и публикации. Стоит отметить, что применение фибры из ПЭТ-тары в составе полистиролбетона ранее не рассматривалось. Исследование носит передовой, инновационный характер, с целью дальнейшего патентования.

Целью публикации является исследование возможности и анализ целесообразности применения фибры из ПЭТ для улучшения свойств полистиролбетона.

Основные результаты исследования. Полистиролбетон – это композиционный материал, в состав которого входит портландцемент, пористый наполнитель – гранулы вспененного полистирола и вода. Этот бетон широко применим в строительстве, благодаря низким показателям теплопроводности и стоимости, сочетая в себе при этом и приемлемую прочность.

Однако данный материал довольно плохо работает на растяжение, как и любой бетон. Строители современности научились решать эту проблему не толь-

ко с помощью армирования, но и благодаря применению фибры. Фибра – это специальные волокна синтетике, металла, минералов и других материалов, обеспечивающие микроармирующую пространственную сетку, повышающую прочность бетона. Она должна иметь высокую механическую прочность, стойкость к воздействию влаги и химически активных компонентов смеси, а также малый вес.

Анализ свойств полиэтилентерефталата, являющегося сырьем для пластиковой тары, показал широкие возможности применения данного материала в качестве фибры для полистиролбетона. Нами было решено исследовать влияние добавления данного материала на прочность и теплопроводность этого вида бетона, путем испытаний образцов с включением в состав фибры и без нее.

В состав выбранного для исследования полистиролбетона входит (в расчете на м³): 300 кг цемента марки 500; 800 кг песка фракции 0,5; 1,1 м³ гранулированного полистирола; 200 л воды. Для равномерного наполнения смеси фиброй опытным путем было установлено, что на 1 м³ требуется от 10 до 20 кг фибры, в зависимости от параметров сечения ленты (из расчета на 1 л – количество фибры полученной из 2 бутылок объемом 0,5 л). Для исследования применялась фибра, полученная путем роспуска ПЭТ-бутылок на ленту толщиной до 3 мм и длиной от 18 до 30 мм.

После 28 суток твердения образцов, нами были произведены испытания на сжатие и теплопроводность (с использованием прибора ИТП МГ-4 100). Результаты исследований образцов с фиброй и без нее представлены в таблице.

Таблица

Результаты испытаний образцов бетонов на сжатие и теплопроводность

Название бетона	Прочность на сжатие, МПа	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м*К)	Термическое сопротивление, (м ² *К)/Вт	Плотность, кг/м ³
Полистиролбетон	0,75	0,138	0,144	830
Полистирол фибробетон с применением фибры из ПЭТ тары	1,1	0,199	0,102	770

Итоги исследования. Подводя итоги исследования, хотелось бы отметить в первую очередь практическую пользу – нами был обнаружен материал, пригодный по своим характеристикам для использования во многих целях – от заливки стяжки пола, до утепления стен, при этом не требующий дорогостоящих материалов, имеющий возможность применения в индивидуальном строительстве. В ходе испытаний полистирол бетон с фиброй из ПЭТ-тары не только выдерживал в разы более сильные нагрузки в среднем до 11 кН, но и не разрушался при испытании, лишь сжимаясь, работая как упругий материал, возвращая свою форму после снятия нагрузки. Также нельзя не сказать о новизне нашей идеи – ранее продукты переработки пластиковых отходов, бутылок, еще не использовались в качестве фибры для полистиролбетона.

Способы получения ПЭТ фибры. В связи с новизной нашей идеи, промышленных способов получения такой фибры нет. Нами было разработано простое устройство для нарезки ПЭТ-бутылок на ленту толщиной от 2 до 3 мм. Схема его действия проста – бутылка, надетая на стержень, закрепленный под небольшим углом к основанию устройства, обрезанным от дна концом попадает на лезвие, установленное там же, и, вращаясь по спирали, распускается на ленту. Толщина такой ленты зависит от расстояния от лезвия до основания. Нами планируется разработка устройства, позволяющего получать ленту круглого сечения, представляющего собой перфорированный нагревающийся барабан для тары, который вращаясь, будет формировать из жидкого полиэтилентерефталата тонкую фибру.

Аналоги фибры для полистиролбетона. Сегодня на рынке строительных материалов существует огромный выбор разнообразных вариантов фибры, пригодной для использования в составе полистиролбетона. Однако наиболее широко распространены следующие варианты:

1) *Фибра из полипропилена.* Этот аналог созданной нами фибры получил самое широкое распространение. Позволяет увеличивать прочность полистиролбетона высокой плотности, на легких видах такого бетона не дает существенных изменений прочностных характеристик. Основным минусом является цена – фибро полистиролбетон такой плотности существенно дороже подобных по характеристикам видов бетонов. Также стоит отметить низкую температуру плавления полипропилена – 160°C, тогда как у предложенного нами ПЭТ – 240°C, что сравнимо с температурой плавления самого полистирола 230°C.

2) *Базальтовая фибра.* Данный тип фибры имеет огромное количество преимуществ – низкая цена, отличные прочностные характеристики, огнестойкость, экологичность. Фактически он не имеет недостатков, однако получение такой фибры довольно сложный процесс, предполагающий нагрев базальта до 1400°C. Нами же предложен более простой, а, следовательно, и экономичный способ получения фибры из сырья, пригодного к вторичному использованию.

3) *Стекловолоконная фибра.* Такая фибра отличается низкой ценой, хорошими прочностными характеристиками и огнестойкостью. Однако применение тако-

го материала ограничено – он обладает низкой стойкостью к воздействию щелочей, что в среде твердеющего бетона недопустимо.

Экономическая эффективность. Также после проведения всех испытаний нам стало интересно произвести экономический расчет эффективности применения данного материала в сравнении с другим вариантом полистирол фибробетона, а также керамзитобетоном. Беря в расчет кубометр материала можно назвать его стоимостью.

Итак: кубометр керамзитобетона в среднем по нашей области обойдется в 3000 р.

Кубометр полистирол бетона с фиброй из полипропилена – 3250 р. Стоимость фибры на 1 кубометр равна 270 р. (расход фибры для полистирол бетона 0,6–0,9 кг/м³)

Рассчитывая стоимость полученного нами варианта бетона, можно учитывать только стоимость полистирол бетона, так как фактическая стоимость фибры из бутылок стремится к нулю (стоимость ПЭТ-бутылок на рынке вторсырья равна 15–16 рублей за килограмм, расход фибры аналогичен расходу фибры из полипропилена). Тогда стоимость нашего варианта бетона приблизительно равна 2950 р.

Беря в расчет то, что для выполнения стяжки, без применения фибры, необходимо также и дополнительное армирование, а следовательно и затраты, можно с уверенностью говорить об экономической эффективности использования выдвинутого варианта.

Области применения. Как было сказано ранее, данный материал благодаря своим особым свойствам – трещиностойкости, повышенной прочности, влагостойкости, повышенной термостойкости (в сравнении с фиброй из полипропилена) – может иметь широкие границы применения – от изготовления штучных блоков, стяжек пола и монолитных плит, до применения в качестве материала ограждающих конструкций объектов, где необходимо применение материалов, не создающих радиопомех.

Вывод. Результаты испытаний говорят сами за себя – мы получили материал с новыми, лучшими прочностными характеристиками. Цель работы была достигнута – мы смогли на практике доказать возможность и целесообразность применения фибры из бутылок в полистирол бетоне.

В заключение хотелось бы отметить актуальность идеи – сегодня стало просто необходимым искать возможности для повторного использования всех имеющихся ресурсов, ведь чистота и целостность окружающего нас мира в наших руках.

Литература

1. ГОСТ 33929-2016. ПОЛИСТИРОЛБЕТОН. Технические условия : МКС 91.100.30 : введен 2017-04-01. – Текст : электронный // Техэксперт : информационно-справочная системв / Консорциум «Кодекс» (дата обращения: 26.11.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам, МКС 91.100.30 : введен 2013-07-01. – Текст : электронный

// Техэксперт : информационно-справочная системв / Консорциум «Кодекс» (дата обращения: 26.11.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Фибра для бетона – URL: <https://betonpro100.ru/instrumenty-i-materialy/fibrovolokno> (дата обращения: 11.05.19). – Текст : электронный.

4. Полипропиленовая фибра. – URL: <https://polimerinfo.com/polipropilen/fibra-dlya-betona-cto-eto-takoe.html> (дата обращения: 11.05.19) – Текст : электронный.

T.A. Polyakov, O.A. Povarova

THE USE OF FIBER FROM POLYETHYLENE TEREPHTHALATE TO IMPROVE THE PROPERTIES OF POLYSTYRENE CONCRETE

This article considers the possibility and feasibility of using PET fibers in polystyrene concrete, a comparative analysis of the results of a study of the strength and thermal characteristics of polystyrene concrete samples with and without PET fibers, and methods for producing such fibers, as well as an overview of fiber analogues for polystyrene concrete.

Polyethylene terephthalate, fiber, polystyrene concrete, strength characteristics, research, recycling.