

УДК 691.5

ЦЕМЕНТОПЕСЧАНЫЕ КОМПОЗИТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Т.И. Шевцова, Д.С. Махина, К.А. Попова

Оренбургский государственный университет, Российская Федерация

e-mail: domolir@yandex.ru

Исследования материаловедов, в последнее время, направлены на создание новых и совершенствование свойств уже зарекомендовавших себя материалов, с использованием вторичного сырья. В данной работе приведены результаты исследований по утилизации полимерных коммунальных отходов в качестве фибры в цементно-песчаных композитах на базе местного минерального сырья. Дан анализ ситуации по накоплению твердых коммунальных отходов, рассмотрены тенденции утилизации их в мировой и российской практике. Подтверждены реальные возможности использования полимерных отходов как вторичного сырья для производства строительных материалов.

Ключевые слова: *твердые коммунальные отходы, полимерные отходы, вторичное сырьё, полимерная фибра, цементно-песчаные композиты, физико-механические свойства.*

THE SAND CEMENT COMPOSITES USING MUNICIPAL SOLID WASTE

T. Shevtsova, D. Mahina, K. Popova

Orenburg State University, Russian Federation

e-mail: domolir@yandex.ru

Recently, research of materials scientists has been aimed at creating new and improving the properties of already proven materials using secondary raw materials. Article analysis findings on the utilization of polymer municipal waste as fibra in sand cement composites, which based on local mineral raw materials. Analysis of the existing state on concentration of municipal solid waste is given, tendencies of their utilization in world and Russian practice are considered. The real opportunities of using polymer wastes as secondary raw materials for the production of building materials have been confirmed.

Keywords: *municipal solid waste, polymer wastes, secondary raw materials, polymeric fibra, sand cement composites, physical and mechanical properties.*

Загрязнение окружающей среды за счет накопления различного рода отходов имеет глобальный мировой масштаб. Прирост объема только твердых коммунальных отходов в различных странах колеблется от 3 до 10% в год, которые в результате разложения при длительном их хранении загрязняют все компоненты среды: воду, воздух, почву, растительный и животный мир. В Российской Федерации уровень накопления отходов составляет 0,3 – 0,5 т / чел. в год., это около 60 млн т, часть из них сжигается, и только 28,6 % повторно перерабатывается, а большой объем мусора продолжает накапливаться, несмотря на наличие в нем ценных утильных фракций.

Определение твердых коммунальных отходов (ТКО) впервые было прописано Федеральным законом от 29.12.2014 № 458-ФЗ «Об отходах производства и потребления». ТКО – это отходы, формируемые в ходе повседневной жизни человека или в результате деятельности организаций либо предприятий, чья работа не связана напрямую с производством товаров, выполнением работ и услуг.

Твердые коммунальные отходы занимают огромные площади, в том числе и сельскохозяйственные угодья. По данным Минприроды России 60% от этого объема занимает полимерный отработанный мусор. Полимеры, универсальное изобретение, применимы практически во всех областях жизни человека, все больше распространяясь, естественно, образуют отходы т.к. из них много изготавливается изделий с малым реальным сроком службы (одноразовая посуда, различная тара и т.д.), которые необходимо утилизировать, и как утверждают ученые, не разлагаются они более века.

В мировой практике вектор решения проблемы утилизации полимерных отходов направлен на их промышленную переработку. В России опыт применения полимерных коммунальных отходов, как вторичного сырья, тоже имеется. Работают предприятия по производству полимерпесчаной тротуарной плитки, черепицы и т.д.

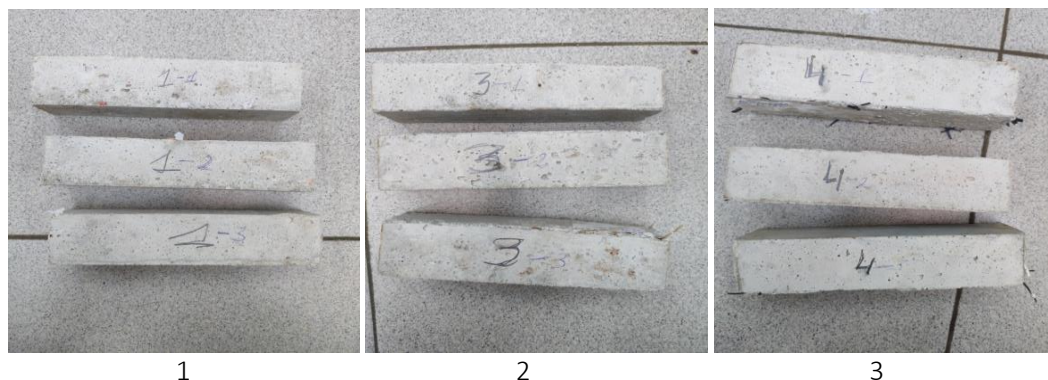
Отрасль строительных материалов постоянно развивается, внедряя новые технологии, создавая новые экономически выгодные материалы, усовершенствуя давно используемые. К примеру, бетон, который на протяжении 200 лет является незаменимым конструкционным материалом с существенными недостатками такими, как большая масса конструкций, слабая прочность при растяжении, образование трещин в процессе эксплуатации. Над улучшением свойств постоянно работают ученые. Для повышения прочностных характеристик его армируют дисперсными металлическими и неметаллическими волокнами (фибрами).

Цель нашей работы расширить возможности утилизации полимерного бытового мусора с использованием местного минерального сырья для изделий жилищно-коммунального и дорожного хозяйства.

Проводимые нами исследования направлены на разработку цементно-песчаных композитов с использованием в качестве фибры полимерных коммунальных отходов.

Работа проводилась на цементно-песчаных составах с использованием следующих исходных материалов: портландцемент АККЕРМАНН/ЮУГПК М400» г. Новотроицк; песок Архиповского месторождения Оренбургской области, Мк – 2; три вида фибры - из пластиковых бутылок (ПБ), полиэтиленовых пакетов (ПП); твердой пластиковой канистры (ПК).

Исследования проводились на образцах-балочках (рисунки 1–3) размером 4 × 4 × 16, с соотношением цемент : песок 1:3, размеры мягкой фибры 2 мм × 100 мм, жесткой 2 мм × 36 мм (ограничены размером формы). Замесы изготавливались вручную, в каждом готовился контрольный образец без фибры, уплотнение велось на виброплощадке с вертикально направленными колебаниями. Образцы выдерживали в камере естественного твердения 14 суток, после испытания результат пересчитывали на стандартную прочность (28 суток).



1 – Образцы с фиброй из ПП; 2 – Образцы с фиброй из ПБ; 3 – Образцы с фиброй из ПТ

Рисунок 1. – Подготовленные к испытаниям образцы-балочки после твердения в нормальных условиях



Образцы с фиброй из ПП



Образцы с фиброй из ПБ



Образцы с фиброй из ПК

Рисунок 2. – Образцы-балочки после испытания на изгиб



Образцы с фиброй из ПБ



Образцы с фиброй из ПП

Рисунок 3. – Образцы-балочки после испытания на сжатие

В таблице 1 выборочно представлены результаты проведенного исследования.

Таблица 1. – Результаты испытаний образцов

№ замеса	Тип фибры	№ балочки	Размеры (ахbхL), см	Масса (г)	Объем (см ³)	Плотность г/см ³	R ¹⁴ _{изг}	R ¹⁴ _{сж}	R ²⁸ _{изг}	R ²⁸ _{сж}
1	Фибра из ПБ (10 г.)	1.1 контр. образец	4х4х16	456,5	256,0	1,78	26,9	71,2	34,9	92,6
		1.2	4х4х16	476,7	256,0	1,86	34,5	96,4	44,9	125,3
		1.3	4х4х16	470,3	256,0	1,84	28,0	91,6	36,4	119,1
2	Фибра из ПБ (8 г.)	2.1 контр. образец	4х4,2х16,1	546,1	270,5	2,02	44,7	222,0	58,1	279,7
		2.2	4х4х16,1	537,4	262,4	2,05	44,5	223,2	57,9	290,2
		2.3	4,1х4,1х16	544,6	269,0	2,03	41,8	201,6	54,3	262,1
3	Фибра из ПП (5 г.)	3.1 контр. образец	4х3,8х16	430,2	243,2	1,77	28,8	86,8	37,4	112,8
		3.2	4х4,1 х 16	506,2	262,4	1,93	48,4	148,0	62,9	192,4
		3.3	3,9х4х16,1	506,0	251,2	2,02	29,0	162,0	37,7	210,6
4	Фибра из ПП (2 г.)	4.1 контр. образец	3,9х4,1х16,1	504,6	257,4	1,96	40,9	104,4	53,17	135,7
		4.2	4х4х16	547,8	256,0	2,14	58,6	261,2	76,2	339,6
		4.3	4,2х4х16	559,4	268,8	2,08	58,2	285,2	75,7	370,8
5	Фибра из ПК	5.1 контр. образец	4х4х16	538,2	256,0	2,1	37,0	201,8	48,1	254,2
		5.2	4х4,3х16	569,0	275,2	2,06	39,5	231,2	49,77	291,3
		5.3	4,1х4,1х16,2	565,2	272,32	2,07	46,2	243,6	58,2	306,9

Полученные результаты на данном этапе исследования прочности затвердевших цементно-песчаных композитов, изготовленных на местном минеральном сырье с фиброй из полимерных отходов, после испытаний стандартных образцов на изгиб и сжатие, увеличение прочности в сравнении с эталонным образцом при использовании фибры: из пластиковой бутылки (R_{изг} = 3-28%, R_{сж} = 0-35,6%), из полиэтиленового пакета (R_{изг} = 0,8-43%, R_{сж} = 70-172%), из

полимерной канистры ($R_{изг} = 3-20\%$, $R_{сж} = 14-20\%$), позволяют сделать следующие выводы: все виды используемой фибры из полимерных коммунальных отходов, улучшают прочностные характеристики материала, и количественная характеристика прочности зависит от вида и массы введенной фибры, причем по нашим результатам незначительное уменьшение фибры увеличивает прочность, т.е. наблюдается некая особенность, но закономерность не обнаружена. Следовательно, дальнейшие исследования будут проводиться на выявление оптимального количества вводимой фибры при котором достигаются максимальные значения показателей прочности и определении наиболее эффективного её вида.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Распоряжение Правительства РФ от 25 января 2018 г. № 84-р Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года. [Электронный ресурс]. – Режим доступа. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71767672>
- 2 Федеральный закон от 29 декабря 2014 г. № 458-ФЗ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа. <https://vtorothody.ru/utilizatsiya/89-fz-ob-othodah-proizvodstva-i-potrebleniya.html>
- 3 Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2019. 844 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа. http://www.mnr.gov.ru/docs/proekty_pravovykh_aktov/proekt_gosudarstvennogo_doklada_o_sostoyaii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii
- 4 Шишакина, О.А. Полимерные композиционные материалы в строительстве / О.А. Шишакина, А.А. Паламарчук // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2019. – №12 (часть 2) – С. 234-238.
- 5 Горох, Н.П. Технология переработки полимерных отходов с учетом базы данных источников их образования / Н.П. Горох, Э.Ю. Шевченко, Ю.В. Ярошенко, В.Н. Кись, В.А. Вороненко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 4/6 (58) – С. 56-64.
- 6 Шевцова, Т. И. Перспективные направления использования твердых коммунальных отходов [Электронный ресурс] / Т. И. Шевцова, А. Ю. Вострикова // Оренбургские горизонты: прошлое, настоящее, будущее: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 275-летию Оренбург. губернии и 85-летию Оренбург. обл., 21-22 нояб. 2019 г., Оренбург / Правительство Оренбург. обл., М-во образования Оренбург. обл., Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т"; гл. ред. А. С. Боровский. - Электрон. дан. - Оренбург: Фронтис, 2019. - С. 446-449.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
III МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 29–30 апреля 2021 г.)

Текстовое электронное издание

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2021

1 – дополнительный экран – сведения об издании

УДК 72:624/628+69(082)

Одобрено и рекомендовано в качестве электронного издания
Советом инженерно-строительного факультета (протокол № 8 от 27.10.2021 г.)

Редакционная коллегия:

Д. Н. Лазовский (председатель), А. А. Бакатович, Е. Д. Лазовский,
Л. М. Парфенова, Ю. В. Вишнякова, Р. М. Платонова, Е. Г. Кремнева, А. М. Хаткевич

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ

[Электронный ресурс] : электрон. сб. ст. III междунар. науч. конф., Новополоцк, 29–30 апр. 2021 г. / Полоц. гос. ун-т ; Редкол.: Д. Н. Лазовский (председ.) [и др.]. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2021. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-985-531-779-2.

Рассмотрены вопросы архитектуры и градостроительства в современных условиях, прогрессивные методы проведения инженерных изысканий и расчета строительных конструкций. Приведены результаты исследований ресурсо- и энергосберегающих строительных материалов и технологий, энергоресурсосберегающие и природоохранные инновационные решения в инженерных системах зданий и сооружений. Проанализированы организационные аспекты строительства и управления недвижимостью, проблемы высшего архитектурного и строительного образования.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов строительных специальностей учреждений образования.

*Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса.
Регистрационное свидетельство № 3671815379 от 26.04.2018 г.*

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 53 53 92, e-mail: a.bakatovich@psu.by; l.parfenova@psu.by

№ госрегистрации 3671815379

ISBN 978-985-531-779-2

©Полоцкий государственный университет, 2021

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Архитектурно-строительный комплекс: Проблемы, перспективы, инновации» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
III МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 29–30 апреля 2021 г.)

Технический редактор *И. Н. Чапкевич*.

Компьютерная верстка *А. А. Прадидовой, С. Е. Рясовой*.

Компьютерный дизайн обложки *Е. А. Балабуевой*.

Подписано к использованию 16.11.2021.

Объем издания: 13 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 736.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,
г. Новополоцк,
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44
<http://www.psu.by>