

*А. Д. Ильина, К. Ш. Машарипова, Е. С. Герасимова*  
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург  
anna.ilina@urfu.ru

## РЕЦИКЛИНГ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОННЫХ И РАСТВОРНЫХ СМЕСЕЙ

*Названы основные виды отраслей, загрязняющих окружающую среду. Подробно описывается система рециклинга, используемая при производстве товарного бетона и растворных смесей. Приводятся результаты исследований по возможности утилизации вторичных материалов, образующихся после процесса рециклинга бетона.*

Ключевые слова: *рециклинг, товарный бетон, бетон, щебень, песок, цементный шлам, просеивание, регенерация, отстаивание.*

*A. D. Ilina, K. Sh. Masharipova, E. S. Gerasimova*  
Ural Federal University, Ekaterinburg

## RECYCLING OF CONCRETE AND MORTAR MIXTURES PRODUCTION WASTES

*The main types of industries polluting the environment are named. The recycling system used in the production of ready-mixed concrete and mortar mixtures is described in detail. The results of studies on the possibility of recycling secondary materials generated after the process of recycling concrete are presented.*

Key words: *recycling, ready-mixed concrete, concrete, crushed stone, sand, cement slurry, sieving, regeneration, sedimentation.*

Скопление отходов стало серьезной социальной и экологической проблемой в мире. Этому способствует как бытовая деятельность человека, так и работа разных отраслей промышленности. К основным источникам высокотоннажных отходов относятся металлургическая, химическая, горно-

обогащительная, предприятия теплоэнергетики, а также промышленность строительных материалов. К основным отходам строительной индустрии относятся вскрышные и пустые породы, хвосты обогащения, пыль цементного производства, каменная пыль, кирпичный и бетонный бой.

В отдельную группу отходов можно отнести производственные отходы товарного бетона и растворных смесей. Товарный бетон является одним из самых распространенных материалов в строительной индустрии современного мира. По подсчетам аналитиков Независимой инвестиционно-консалтинговой компании в промышленности строительных материалов России и стран СНГ (СМ ПРО), производство товарного бетона в РФ с начала 2019 года выросло на 9,1 % к аналогичному периоду прошлого года и составило 13,6 млн м<sup>3</sup>. При этом бетон занимает второе место в мире по потреблению после воды [1]. Соответственно, можно сделать вывод, что и количество отходов производства этого вида материала возрастает с каждым днем.

В процессе производства товарного бетона и растворных смесей, а также после их транспортировки, возникает необходимость промывки оборудования, задействованного в процессе перемешивания смесей (бетоно- и растворосмесители) и их доставки и перекачки (емкости автобетоносмесителей и полости бетононасосов). В результате образуются отходы повышенной влажности, содержащие все сырьевые материалы: крупный и мелкий заполнители, цементное молоко (или шлам). Очевидно, что после промежуточной подготовки, такой отход можно повторно использовать в производственном процессе.

В настоящее время такая технология получила название рециклинг бетона [2]. Рециклинг бетона – это современная технология, включающая комплекс, позволяющий разделить промывочную смесь на три компонента: цементный шлам, щебень и песок. В свою очередь цементный шлам может отстаиваться и разделяться на чистую воду и цементный остаток.

Полный комплекс рециклинга состоит из трех основных систем: система регенерации отходов, система просеивания инертных материалов и система повторного потребления воды. Эти системы могут применяться автономно, но при использовании вместе – позволяют производить товарный бетон по безотходной технологии.

В настоящее время такие системы широко используются в странах Европы, в США, Канаде и др. К сожалению, в России доля использования подобных систем невелика. Это связано с определенными технологическими трудностями повторного введения отходов в цикл производства. В г. Екатеринбурге только одно предприятие по производству товарного бетона оснащено системой рециклинга – ООО «Бетон-Экспресс», при этом она не используется на полную мощность.

В связи с этой проблемой ученые разных стран ведут исследования по изучению возможности повторного использования материалов, образующихся в результате рециклинга бетона. В частности, по результатам работы Государственного университета Санта-Катарины (Бразилия) представляется возможным производить бетон хорошего качества при замене природных заполнителей на заполнители после рециклинга в количестве не более 30 % [3].

Образование большого количества сточных вод, поступающих с заводов по производству бетонных смесей, приводит к усилению проблемы воздействия на окружающую среду. Национальные законы обычно запрещают утилизацию таких типов воды из-за их чрезвычайно высокого значения рН и требуют, чтобы вода очищалась перед сбросом. Исследования Болонского университета (Италия) показывают, что бетон, приготовленный из оборотной воды, показывает механическую прочность после 28 суток твердения, равную 96 % от прочности бетона, приготовленного на чистой воде, что подтверждает возможность эффективного использования воды после рециклинга [4].

Таким образом, в разной степени утилизируя отходы производства товарного бетона, можно снижать количество территорий, используемых для слива и захоронения промывных

отходов, а также экономить природные сырьевые материалы. Использование и переоценка промышленных побочных продуктов в будущем должно стать более приоритетным [5, 6] по разным причинам, таким как: стоимость энергии, стоимость сырья и ручного труда и, главным образом, ухудшение состояния окружающей среды, вызванное постепенным увеличением всех видов отходов.

#### Список использованных источников

1. Черенков А. Залито на века. Производство бетона пошло в рост [Электронный ресурс]. URL: [https://www.dp.ru/a/2019/08/06/Zalito\\_na\\_veka](https://www.dp.ru/a/2019/08/06/Zalito_na_veka) (дата обращения: 20.11.2019)
2. Остроух, А. В. Система рециклинга товарного бетона / А. В. Остроух, Н. Е. Суркова // Лучшая научная статья 2017 : сборник статей XII Международного научно-практического конкурса. Пенза : Наука и Просвещение, 2017. С. 21–24.
3. Correia S. L., Souza F.L., Dienstmann G., Folgueras M. V., Hotza D. Use of Aggregates from Recycled Concrete Mixer Trucks Waste in Concrete // Materials Science Forum. 2008. Vol. 591-593. P. 854-859. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.591-593.854>. (дата обращения: 20.11.2019)
4. Sandrolini, F., Franzoni, E. Waste wash water recycling in ready-mixed concrete plants // Cement and Concrete Research. 2001. Vol. 31 (3). P. 485-489. DOI: 10.1016/S0008-8846(00)00468-3.
5. Указ Президента Российской Федерации от 19.04.2017 № 176 «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года» [Электронный ресурс]. URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/41879> (дата обращения: 20.11.2019)
6. План мероприятий по реализации Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года, утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 мая 2019 г. № 1124-р [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/docs/36912/> (дата обращения: 20.11.2019)