

**Носко Н. В.**, старший преподаватель,  
**Дашкевич Т. В.**, старший преподаватель  
УО «Брестский государственный технический университет»,  
г. Брест, Республика Беларусь

## **ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ**

Одной из важнейших проблем человечества является размещение отходов, в том числе строительных, вне санкционированных мест. По итогам 2021 года в Республике Беларусь было выявлено более 8 тысяч подобных фактов.

Отходы строительства, образующиеся после сноса или завала зданий, вывозились автотранспортом и ликвидировались на полигонах. Утилизация строительных отходов таким способом, возможно, использовалась бы и дальше, но ограничение площадок и полигонов не позволяет размещать отходы строительства в таких объёмах. Поэтому строительные отходы с каждым годом становятся все сложнее подвергать утилизации.

Научные исследования, проводимые в Европейских странах, свидетельствуют, что строительный мусор составляет почти треть всех отходов, образующихся в большинстве развитых стран. Общая тенденция заключается в следующем: «чем более развита экономика страны, тем больше доля строительного мусора в общей структуре отходов» [1].

Решение экологических проблем окружающей среды в сфере производства строительных материалов осуществляется по следующим направлениям:

- выявление объемов и исследование характера отходов производства, загрязняющих окружающую среду, и их складирование с установлением путей их ликвидации действиями, направленными на дальнейшую их переработку;

- улавливание и утилизация вредных для окружающей среды твердых отходов с внедрением технологических решений по комплексной переработке такого сырья или использованию как вторичных продуктов других отраслей промышленности;

- создание экологически «чистых» безотходных технологий с полным исключением загрязнения окружающей среды.

Мероприятия по первому направлению в основном определены. Отходы либо подготавливаются к вторичному использованию, либо подлежат захоронению.

Широко развернуты работы по охране экологии по второму направлению: снижается энергоёмкость производства за счет оснащения основных технологических агрегатов теплоутилизирующими установками и широкой подготовки различных отходов (шламов, шлаков, зол и т. д.) к повторному применению. То есть по отношению к промышленным отходам в материальном производстве воплощается уже новая ступень охраны экологии – идея комплексной переработки сырья. Например, при создании крупных металлургических или энергетических комплексов одновременно предусматривается подготовка отходов к использованию в производстве строительных материалов. Так появились и широко используются гранулированные металлургические шлаки для производства шлакопортландцемента, шлаковой пемзы, шлаковаты и т. д.

Определился положительный опыт использования шлаков и в качестве заполнителя бетона, а бетонных отходов – в качестве низкомарочного вяжущего или в виде дробленого заполнителя для получения бетонов марок до 200 кг/см<sup>2</sup>. Но комплексное использование сырья в производстве строительных материалов и особенно при изготовлении самого распространенного и универсального материала – обычного бетона осуществляется еще недостаточно.

Однако, к сожалению, в производстве строительных материалов используется лишь около половины шлаковых отходов; остальное – направляется в отвал. Часть отвальных шлаков применяют как щебень при строительстве дорог. Однако в связи с медленным остыванием непосредственных отходов – расплавов шлака в отвалах, содержащих ещё и примеси расплавленного железа и поэтому приобретающих высокую прочность, производство щебня сопряжено с очень высокими затратами.

Образование отходов производства на территории Республики Беларусь происходит неравномерно. Необходимо отметить, что из-за увеличения объемов отходов производства в 2021 году отечественными предприятиями проведено более 1400 мероприятий, направленных на сокращение объемов образования и (или) накопления отходов производства. Одним из таких мероприятий является их переработка для дальнейшего использования. В целом по Республике Беларусь на сегодняшний день уровень использования строительных отходов достаточно высок и составляет порядка 80 %.

В рамках реализации Указа Президента Республики Беларусь от 01.09.2010 № 450 «О лицензировании отдельных видов деятельности» Минприроды осуществляет лицензирование деятельности, связанной с воздействием на окружающую среду в части использования отходов 1–3 класса опасности, обезвреживания, захоронения отходов.

Не стоит забывать о влиянии строительной отрасли на окружающую среду. Негативное воздействие происходит практически на всех стадиях строительства: при производстве изыскательских работ, при строительстве дорог, карьеров, а также непосредственно при строительстве объектов. Для районов строительства, особенно промышленного, характерны высокий уровень загрязнения воздуха, воды, почвы.

Подготовка строительной площадки, связанная с вырубкой леса и кустарника, выжиганием почвы кострами, с повреждением почвенного слоя и смывом загрязнений со строительной площадки в водоемы, с буровыми работами, с устройством котлованов и траншей под будущий объект, с образованием свалок строительного мусора, с выбросами автотранспорта и других механизмов, действующих в зоне строительной площадки – основные источники загрязнений, сопровождающие строительное производство.

Известно, что одной из издержек развития цивилизации является образование и накопление технологических отходов, требующих либо утилизации, либо переработки с целью извлечения ценных компонентов.

Особое место в списке технологических отходов занимают строительные отходы. Источники их образования различны. К наиболее представительным относятся:

- продукты жизнедеятельности мирного времени – ремонт, реконструкция, возведение или снос зданий и сооружений;
- последствия природных катаклизмов – землетрясений, наводнений и др.;
- военные действия;
- отходы, формирующиеся при изготовлении строительных материалов.

Как правило, основная масса строительных отходов подлежит захоронению на специальных полигонах, которых на данный момент в Республике Беларусь насчитывается около 1,8 тыс. шт., лишь незначительная часть отходов направляется на переработку.

Ведущими мусороперерабатывающими заводами в Республике Беларусь являются: ОДО «Экология города» (Минск); Группа компаний «БКС» (Минск, Гомель, Гродно, Брест, Могилев); ООО «Спецпредприятие ДАТКОМ» (Минск); СООО «РЕМОНДИС Минск» (Минск); ОАО «МС ЗАПАДНАЯ» (Минск).

В последнее время можно отметить увеличение численности частных организаций, которые занимаются переработкой и вывозом строительного мусора. Данная ситуация говорит о том, что в современном мире людям не безразлично состояние экологии. Они задумываются о последствиях своей жизнедеятельности и какое пагубное влияние оно оказывает на экосистему в целом.

Также нельзя не отметить увеличения некоммерческих организаций, которые проводят огромную социальную работу по информированности населения в области разделения отходов и озеленению планеты, негативного воздействия свалочных полигонов на нашу окружающую среду и пути решения данных проблем.

Захоронение отходов связано с высокими капитальными затратами и экологической опасностью. Многие строительные отходы содержат вредные вещества (канцерогены), оказывая негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека.

Перечень вредных для окружающей среды компонентов строительных отходов представлен в таблице 1 [2].

**Таблица 1 – Вредные для окружающей среды компоненты строительных отходов**

Вещество	Источник	Негативное влияние
1	2	3
Полиуретан	Связующий компонент	Является канцерогеном
Парафин	Половое покрытие, кабели, краски	Является канцерогеном
Свинец	Электрические кабели, стальные листы, водопроводные трубы	Вызывает психические расстройства
Ртуть	Осветительные приборы, выключатели, термостаты и др.	Вызывает аллергию, нарушение функций нервной и репродуктивной системы
Кадмий	Стабилизатор в пластмассах и пигментах	Оказывает негативное влияние на печень, почки, кровеносную систему
Сера	Вяжущие вещества, добавки к бетонам и мастикам	Вызывает заболевания органов дыхательной и нервной систем, слизистых оболочек

Переработка отходов необычайно важна не только как способ утилизации мусора, но и для сохранения благоприятной экологической обстановки. С экологической точки зрения плюсы переработки техногенных отходов очевидны. Во-первых, переработка приводит к снижению количества полигонов захоронения отходов. Во-вторых, применение вторичного сырья позволяет значительно сократить добычу природных ресурсов, что, несомненно, благотворно сказывается на состоянии окружающей среды.

В связи с этим проблема разработки эффективной технологии сбора, переработки и вторичного использования строительных отходов весьма актуальна. Так, такие отходы, как каменные материалы, железобетон, дерево, металлы, стекло возможно повторно использовать как без переработки, так и с применением способов переработки. Такие материалы как синтетические, химические отходы, бумага, картон, остатки тары, упаковки и т. д. возможно повторно использовать после их переработки.

Основным продуктом, который получается в результате переработки строительных отходов, является вторичный щебень, который в последующем может использоваться

как для производства строительных материалов, так и для выполнения планировочных работ на объектах строительства и для рекультивации нарушенных земель.

В экономически развитых странах законодательно закреплено, что образующийся строительный мусор нельзя захоранивать. Различные виды строительных отходов необходимо разделять на разные фракции и подвергать максимальной переработке. При условии, что образование несанкционированных свалок жестко пресекается, а вывозить отходы на полигоны либо очень дорого, либо просто запрещено, переработка становится не просто экологически выгодной, но и экономически эффективной.

Экономическая выгода достигается за счет того, что техногенным отходам дается вторая жизнь. Её конечный результат – получение качественных материалов, пригодных для дальнейшего использования, которые значительно дешевле первичных.

Перспектива вторичного использования отсевов камнедробления связана с тем, что при существующих технологиях процесс дробления и измельчения занимает около 50 % всех затрат, в-первую очередь энергетических. Вторичное сырье в нашей стране в последнее время растет и набирает темпы, и они становятся серьезной альтернативой традиционным стройматериалам. Использование отсевов дробления бетонного лома и горных пород в производстве эффективных зеленых композитов позволит при минимальных дополнительных затратах увеличить объем производства продукции более чем на 10 %, а также оздоровить среду обитания и освободить площади сельскохозяйственных земель.

Масштабная утилизация отходов в промышленном производстве требует решения ряда организационных и научно-технических задач. В связи с чем появляется необходимость региональной каталогизации отходов с указанием их полной характеристики. В будущем также будет требоваться развитие стандартизации отходов как сырьевых ресурсов в производстве конкретных строительных материалов.

Современные инновационные 3D-технологии развиваются достаточно быстро и все больше внедряются в различные сферы деятельности человека. В последнее время значительное внимание уделяется такой разновидности 3D-технологий, как печать объектов на 3D-принтере, в которой используется метод послойного создания физического объекта по цифровой 3D-модели. 3D-принтеры применяются во многих отраслях промышленности: медицине, машиностроении, литейном производстве, радиотехнике и электронике. Их основными преимуществами являются создание объектов с высокой точностью и скоростью без использования ручного труда, а также возможность создания предметов и конструкций по 3D-модели. Строительная область не стала исключением в отношении применения 3D-печати [3]. Этот метод завоевывает все большую популярность в строительстве и в недалеком будущем технология трехмерной печати станет неотъемлемой частью строительного дела. Обычно при использовании 3D-печати в строительстве в качестве расходного материала применяются специальные виды бетона. Применение бетонного лома позволит существенно сократить расходы и время на создание материала для нового строительства.

Еще одним современным способом утилизации строительного мусора является создание оригинальных дизайнерских предметов или украшения интерьера. Так, оставшиеся куски обоев можно смело пустить на оклейку старой мебели, стен подсобных помещений или кладовки. Обломки облицовки или кафельной плитки можно оставить на украшение различных предметов. Кусочки коры и деревянные рейки также можно использовать в качестве декоративных украшений, они будут крепиться к различным поверхностям при помощи клеевого раствора (или пистолета). С помощью коры можно

украсить цветочные горшки, поверхности и полки для книг. Потребуется совсем немного времени, чтобы превратить обычный строительный мусор в оригинальные и интересные вещи [4].

Таким образом, применение данных технологий стало бы экологической карточкой строительных организаций, отражающей их экологическую позицию, если в ней будут отмечены планируемые варианты использования (утилизации) строительных отходов.

## Литература

1. Владимиров, С. Н. Проблемы переработки отходов строительной индустрии / С. Н. Владимиров // Системные технологии. Москва, 2016. № 19 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-pererabotki-othodov-stroitelnoy-industrii>. – Дата доступа: 24.10.2022.

2. Задиранов, А. Н., Малькова, М. Ю., Нурмагомедов, Т.Н. Перспективы применения современных технологий при переработке строительных отходов / А. Н. Задиранов, М. Ю. Малькова, Т.Н. Нурмагомедов. – Москва, 2017. – № 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29845998>. – Дата доступа: 24.10.2022.

3. Усов, Б. А., Окольникова, Г. Э., Акимов, С. Ю. Экология и производство строительных материалов / Б. А. Усов, Г. Э. Окольникова, С. Ю. Акимов // Системные технологии. – 2015. – № 17 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologiya-i-proizvodstvo-stroitelnyh-materialov>. – Дата доступа: 29.10.2022.

4. Строительство и ремонт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://snosn.com/3101-htu-ct.html>. – Дата доступа: 24.10.2022.