

**Пантелеев Леонид Сергеевич**

студент

Научный руководитель

**Орлов Юрий Анатольевич**

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный  
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых»

г. Владимир, Владимирская область

## **ПЕРЕРАБОТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ СТРОИТЕЛЬСТВА (ОТ РАЗБОРКИ ЗДАНИЙ)**

*Аннотация:* в статье проведен анализ методов, способов, технологий переработки отходов строительства и их технологическое оснащение. По мнению автора, необходимо сделать все возможное для развития производства переработки строительных отходов и изыскивать новые способы использования уже имеющихся ресурсов.

*Ключевые слова:* переработка, промышленные отходы, строительство, разборка зданий, экология, социальные процессы.

Переработка промышленных отходов строительства – это важный и ответственный процесс, который способствует защите окружающей среды и повышению эффективности использования ресурсов.

Отходы образуются как при новом строительстве, сносе и реконструкции зданий и сооружений, так и при производстве материалов для строительства, деталей и конструкций, а также при проведении ремонтных и модернизационных работ.

Переработка строительного мусора является задачей государственного уровня. Обломки стен, крыш, деревянных перегородок – вот далеко не полный перечень боя, который необходимо собрать для утилизации. Некоторые материалы, утратившие потребительские качества, могут быть переработаны и использованы вторично. Государство разрабатывает и эффективно внедряет программы

обращения со строительным мусором и его переработке. Это экономически оправданно и позитивно влияет на улучшение экологической обстановки. Для эффективного решения проблемы переработки строительного мусора и управления ресурсами необходимо рассчитать материальный баланс.

Материальный баланс [1] предприятия – это соотношение между количеством исходных материалов, полученного готового продукта, отходами производства и материальными потерями. Он дает возможность оценить правильность организации технологического процесса, сравнить эффективность его проведения на разных производствах и может быть выражен математически, графически или в виде таблицы.

Уравнение материального баланса имеет следующий вид:

$$G_1 = G_2 + G_3 + G_4 + G_5,$$

где  $G_1$  – масса исходных материалов;  $G_2$  – готовый продукт;  $G_3$  – побочный продукт;  $G_4$  – отброс;  $G_5$  – материальные потери.

Без производственных отходов уравнение материального баланса принимает более простой вид:

$$G_1 = G_2 + G_5.$$

Материальные балансы могут составляться как в отношении всего технологического процесса, так и отдельных его стадий или производственных операций. Он может охватывать все материалы (полный баланс) или отдельные компоненты.

Например, для приготовления 100 т щебня взято 45 т кирпича и 55 т бетона. Уравнение материального баланса, представленного в таблице 1. будет иметь вид:  $100 = 45 + 55$ .

Таблица 1

Материальный баланс приготовления 100 т щебня

| Взято исходных материалов, т | Получено, т |
|------------------------------|-------------|
| Кирпича – 45<br>Бетона – 55  | Щебня – 100 |
| Всего: 100                   | Всего: 100  |

Материальный баланс по каждому компоненту определяется его процентным содержанием в конечном продукте.

В данном случае для щебня  $G_1 = 100\text{т}$  (100%), величина  $G_2$  (кирпич) = 45%, а  $G_5$  (бетон) = 55%.

Чтобы описать этапы производственного процесса необходимо построить технологическую схему.

Технологическая схема предприятия по переработке строительных отходов – это последовательное описание или графическое изображение последовательности технологических процессов и соответствующих им аппаратов при превращении сырья в готовую продукцию. Технологическая схема изображена на рис. 1.

Главная цель фирм, занимающихся переработкой отходов, – возможность продажи получаемых материалов, преимущественно щебня различных фракций, с наибольшей выгодой.



Рис. 1. Технологическая схема по переработке строительных отходов

Согласно методам и способам переработки строительных отходов мусорные накопления разделены на три класса:

I – Крупногабаритные отходы. Они появляются после сноса зданий, внутренних перегородок и стен и должны быть удалены незадолго до начала работ.

II – Материалы, которые утратили свои потребительские свойства (пластмасса, полиэтилен, упаковка, тара и др.).

III – Остатки материалов, использованных при отделке.

Сортировка данных отходов должна быть разделена на два этапа.

1 этап – на объекте образования строительных отходов. Разделяют строительные отходы, в основном железобетон, образующиеся при сносе жилья с помощью специальной техники. Крупные куски измельчаются до малых размеров для транспортировки. По возможности и при наличии оборудования для дробления строительные отходы следует измельчать на более мелкие куски. После этого отходы помещают в специальные контейнеры.

Занимаясь демонтажем или реконструкцией зданий, крупные строительные компании зачастую имеют в распоряжении личное оборудование для превращения мусора в чистый фракционный продукт. Установив специальные машины, можно организовать переработку отходов в строительные материалы на месте образования отходов. При использовании техники, не придется заниматься погрузкой и транспортировкой лома на специализированные полигоны. Все действия будут выполнены на территории, принадлежащей объекту.

Как правило, несмотря на удобство способа, существуют некоторые минусы. Например, поскольку оборудование производит много шума, их размещение в жилой зоне предусматривает невозможность круглосуточного применения. Кроме того, их использование требует, соблюдения мер по охране окружающей среды и экологической защиты.

Транспортировку от объекта образования строительных отходов до места сбора осуществляет хозяйствующий субъект, образующий строительные отходы (производитель отходов), или хозяйствующий субъект, осуществляющий транспортировку отходов (перевозчик отходов), с которым хозяйствующий субъект заключил договор на вывоз отходов.

Транспортировка отходов от строительства за пределами земельного участка, который находится в собственности юридического лица или ИП возможна только при наличии паспорта отходов I–IV класса опасности.

Направления вывоза строительных отходов и планы вывоза отходов хозяйствующими субъектами, осуществляющими деятельность, связанную с вывозом отходов, определяются производителями отходов в соответствии с техническими нормами, согласованными с органами исполнительной власти.

2\_этап – на специализированном полигоне отходов. Здесь проводят отбор отходов по типу материала, например, отделяют металлические элементы от бетонных и деревянных. Также происходит ручная сортировка по качеству материала, выбрасываются элементы с сильными повреждениями и дефектами. Далее отходы направляются на различные пункты обработки, например, бетонные блоки дробятся на щебень, металлические элементы переплавляются, а деревянные материалы могут использоваться для производства топлива или компоста. Этот этап является ключевым для снижения объемов строительного мусора и вторичного применения ресурсов. Обработка отходов показана на рис. 2.



Рис. 2. Обработка строительных отходов

Сортировку образующихся отходов, транспортированных на специализированные объекты для накопления, осуществляют преимущественно механизированным способом. Ручная сортировка строительного мусора допускается в соответствии с действующими экологическими, санитарно-эпидемиологическими требованиями, а также правилами пожарной безопасности и охраны труда.

Площадки складирования строительных отходов должны иметь стационарные или передвижные погрузочно-разгрузочные механизмы и емкости для перемещения и погрузки строительных отходов.

Сортировка на специализированном полигоне представляет собой следующий цикл:

- отходы, подвергающиеся предварительной сортировке, при которой крупная фракция отделяется от древесины, щебня и металлов;
- подающий конвейер направляет оставшийся поток на грохочение, при котором происходит отсеивание песчаной фракции;
- отходная масса направляется на сито с перекрестным потоком воздуха для обеспечения извлечения бумаги, пластика и древесины из смеси легких фракций;
- отходы транспортируются на ленте под магнитным сепаратором, в результате чего из потока отходов извлекаются оставшиеся металлические включения.

После магнитного сепаратора отходы высыпаются на ручную сортировочную ленту. На этом этапе из массы вручную удаляются древесные компоненты, полимерные отходы, цветные металлы. По завершении работ чистый поток отходов бетона и кирпича передается на дробление.

Дробление осуществляется в соответствии со следующим технологическим процессом:

- предварительная сортировка (отбор крупных обломков древесины, металла, щебня);
- предварительное просеивание (извлечение песка);
- первичное дробление;
- магнитный сепаратор (извлечение металлов);
- вторичное дробление;
- баллистический сепаратор (извлечение древесной фракции, компонентов ПВХ, цветных металлов, легких фракций);
- грохочение в гранулы.

Одним из способов переработки строительного мусора является переработка его в щебень и другие материалы на специализированных комплексах.

Здесь установлено промышленное оборудование, благодаря которому получаемое вторсырье имеет более высокое качество.

В заключение можно сказать, что переработка строительных отходов является актуальной проблемой в современном мире. Это позволяет снизить объем мусора, уменьшить воздействие на окружающую среду и получить значительную экономическую выгоду. Таким образом, следует сделать все возможное для развития производства переработки строительных отходов и изыскивать новые способы использования уже имеющихся ресурсов.

### *Список литературы*

1. Федеральный закон от 24.06.1998г. №89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)
2. Орлов Ю.А. Ветроэнергостановка с изменяемым коэффициентом аэродинамического сопротивления / Ю.А. Орлов, Л.С. Пантелеев // Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств: материалы XXIV Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти Александра Петровича Кунакова (8–9 сент. 2022 г.) / Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, Ин-т машиностроения и автомобил. трансп. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2022. – 380 с. – ISBN 978-5-9984-1639-2
3. Орлов Ю.А. Разработка и исследование автоматического тормоза немедленного действия в области специального автомобилестроения / Ю.А. Орлов, Л.С. Пантелеев // Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств: материалы XXIV Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти Александра Петровича Кунакова (8–9 сент. 2022 г.) / Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, Ин-т машиностроения и автомобил. трансп. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2022. – 380 с. – ISBN 978-5-9984-1639-2