

Гляков Максим Юрьевич, кандидат технических наук,
Военный институт (инженерно-технический), г. Санкт-Петербург

Курашев Никита Владимирович, курсант,
Военный институт (инженерно-технический), г. Санкт-Петербург

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ РЕЦИКЛИНГА В СИСТЕМЕ ПЕРЕРАБОТКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Аннотация. В статье рассматривается эффективность применения рециклинга при переработке строительных отходов на основе роста актуальности к сокращению количества образования строительного мусора в России, который при качественной переработке может использоваться вторично. Раскрыт алгоритм экономической оценки рециклинга позволяющий провести качественный анализ с выводом конечных результатов по эффективности внедрения в строительное производство.

Ключевые слова: строительный мусор, рециклинг, эффективность, экономический расчет.

В последнее время при строительстве, реконструкции, реновации объектов инфраструктуры приобретает актуальность, перерастающая с каждым годом в масштабную проблему, такая тема как утилизация и переработка строительного мусора. Возведение новых зданий и сооружений, торговых комплексов, снос пришедших в непригодное состояния зданий – все это приводит к непрерывному увеличению объемов строительного мусора, который вывозится в места утилизации для переработки, захоронения или сжигания.

Ежегодно в России образуется более несколько десятков миллионов тонн строительных отходов. В соответствии с данными Росприроднадзора [1], в 2021 г. в стране образовалось 71,3 миллиона тонн подобного мусора. Однако, на



переработку было отправлено всего 22% от общего количества строительных отходов (примерно 15,5 миллиона тонн), а процент использования вторичных отходов не превысил 18%.

Кроме того, по разным оценкам экспертов [3] ежегодно рынку предлагается около 20 миллионов тонн вторичного материала, который ожидает своей очереди для переработки. Доля каменных, кирпичных и железобетонных конструкций в общем объеме предложения составляет порядка 67%. Также в связи с ростом строительных отходов расширяется количество новых свалок и территория уже существующих. Общая площадь свалок в России по состоянию на 2022 год – около 4 миллиона гектара [3]. Для сравнения площадь Швейцарии составляет 41 285 км², что является 4 128 500 гектара.

При внедрении технологии рециклинга по переработке строительного мусора с целью вторичного использования в строительную отрасль возникает вопрос об эффективности использования технологии. Так как данная технология требует определенных финансовых вложений в приобретении и эксплуатации технологического оборудования. Таким образом, при принятии решения о внедрении и использования рециклинга на строительной площадке или в определенном регионе должна быть проведена оценка эффективности рециклинга по переработке строительных отходов.

То есть технологический процесс переработки отходов осуществляется в существующих экономических условиях и, как любой производственный процесс, должен быть либо экономически эффективным, либо затраты на его осуществление должны компенсироваться из какого-либо источника.

Учитывая, что исходная информация по конкретной технологии ограничена и носит рекламный характер, в данном случае следует ограничиться оценкой эффективности технологий по основным статьям затрат. Экономическая эффективность технологии переработки отходов определяется как разность стоимостной оценки результатов работы предприятия и стоимостной оценки затрат на переработку отходов:



$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = P_{\text{T}} - \mathcal{Z}_{\text{T}}, \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_{\text{эф}}$ – экономическая эффективность технологии переработки отходов;

P_{T} – результат работы предприятия;

\mathcal{Z}_{T} – затраты на переработку отходов.

Стоимостная оценка результатов работы складывается, в основном, из объема реализации продукции в стоимостном выражении:

$$P_{\text{T}} = C_{\text{пр}} \cdot P_{\text{пр}}, \quad (2)$$

где $C_{\text{пр}}$ – цена реализации продукции;

$P_{\text{пр}}$ – годовой объем реализации продукции в натуральном выражении.

В некоторых случаях дополнительный вклад в стоимостную оценку результатов работы могут дать:

1. Поступления от приема отходов на переработку:

$$P_{\text{T.отх}} = C_{\text{отх}} \cdot P_{\text{отх}}, \quad (3)$$

где $C_{\text{отх}}$ – цена, по которой отходы принимаются на переработку;

$P_{\text{отх}}$ – объем отходов.

2. Экономия затрат на платежах за размещение отходов, которая складывается из платежей в экологические фонды:

$$\mathcal{E}_{\text{пл}} = P_{\text{б}} \cdot k \cdot K, \quad (4)$$



где $\mathcal{E}_{\text{пл}}$ – экономия затрат на платежах за размещение отходов;

П_6 – базовые ставки платы за размещение отходов;

κ – коэффициент экологической ситуации в регионе;

К – коэффициент пересчета базовых платежей на текущий год.

Для оценки экологического эффекта приводится предотвращенный экологический ущерб (ПУ), который предлагается рассчитывать упрощенным способом:

$$\text{ПУ} = \text{П}_6 \cdot \kappa \cdot \text{Д}, \quad (5)$$

где Д – индекс-дефлятор по ВВП.

Предполагается, что использование дефлятора наиболее адекватно отражает изменение базовых ставок платежей за размещение отходов при оценке предотвращенного экологического ущерба.

Стоимостная оценка затрат на переработку отходов складывается из текущих затрат на производство продукции и налогов:

$$\mathcal{Z}_{\text{т}} = \mathcal{Z}_{\text{тек}} + \text{Н}, \quad (6)$$

где $\mathcal{Z}_{\text{тек}}$ – затраты на производство продукции;

Н – налоги.

Текущие затраты складываются из ряда затрат, составляющих себестоимость годового объема производства продукции:

$$\mathcal{Z}_{\text{тек}} = \text{С}_{\text{пр}} \cdot \text{Р}_{\text{пр}}, \quad (7)$$

где $\text{С}_{\text{пр}}$ – себестоимость годового объема производства продукции;

$\text{Р}_{\text{пр}}$ – объем производства продукции.



В качестве характеристик производства по переработке продукции необходимо привести расчетную цену за единицу продукции, расчет прибыли предприятия, общую сумму налогов из прибыли, цену за единицу конкурентной продукции, экономию затрат на платежах по размещению отходов, предотвращенный экологический ущерб.

По итогам расчета по формулам 1-7 составляет таблица, в которой отражаются полученный результате и проводится анализ степени эффективности использования технологии рециклинга, позволяя на стадии оценке корректировать объемы или другие показатели необходимые для внедрения рециклинга строительных отходов.

Однако, в процессе подготовки строительного мусора к рециклингу могут оказаться материалы, способные быть к использованию без вторичной переработки, имеющие незначительный процент физического износа. В связи с этим должен учитываться показатель [5], учитывающий долю пригодных материалов для повторного использования без применения технологий рециклинга:

$$I_{эф} = f(\mathcal{E}, \mathcal{E}_c, C_z, O_p, O_{пи}), \quad (8)$$

где \mathcal{E} – показатель экономической эффективности рециклинга;

\mathcal{E}_c – показатель экологической значимости рециклинга;

C_z – показатель социальной значимости рециклинга;

O_p – показатель относительного объема предполагаемого рециклинга;

$O_{пи}$ – показатель, учитывающий долю строительных элементов, пригодных для повторного использования без применения дополнительных технологий рециклинга.

В свою очередь, расчет объема и других показателей строительных отходов возможны при использовании программных продуктов [6,7], прошедшие экспертизу и зарегистрированные в Роспатенте.



Таким образом, рециклинг строительных отходов в России находится на стадии зарождения как один из процессов в строительной отрасли страны. Приведенный в статье анализ раскрывает низкую степень использования данной технологии, а сравнительные показатели с другими странами демонстрируют отставание от других стран. На фоне ежегодно образования строительных отходов в большом объеме в России рециклинг позволит совершенствовать систему переработки отходов, а также повысит процент использования вторичного сырья. Но ввиду сложности использования технологического оборудования и наукоемкости процессов рециклинга требуется первичная оценка эффективности, которая на стадии расчета позволяет выяснить требуемые финансовые затраты, а также отражает основные показатели необходимые при проведении внедрения рециклинга.

Список литературы:

1. Информация об образовании, обработке, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления [электронный ресурс] URL.: <https://https.rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/production-consumption-waste/> (дата обращения 13.04.2023 г.).

2. Федеральный закон от 30.12.2020 № 494-ФЗ "О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в целях обеспечения комплексного развития территорий".

3. Охрана окружающей среды в России. 2022: Стат. сб./Росстат. – 0-92 М., 2022. – 115 с.

4. ПАСПОРТ Отраслевой программы «Применения вторичных ресурсов, вторичного сырья из отходов в сфере строительства и жилищно-коммунального хозяйства на 2022-2030 годы» в части вовлечения отходов, образующихся при строительстве, реконструкции, разрушении, сносе, разборке, ремонте зданий, сооружений и инженерных коммуникаций в экономический оборот на период до 2030 года.



5. Крыгина А.М., Крыгина Н.М. Эффективное развитие системы рециклинга строительных отходов в Российской Федерации: проблемы и перспективы применения в воспроизводстве объектов недвижимости // Жилищные стратегии. – 2020. – Том 7. – № 2. – С. 227-244.

6. Кашеев Р.Л., Саркисов С.В., Гляков М.Ю., Титеев И.С., Курашев Н.В. Программа для ЭВМ «Программа расчета объема строительных отходов по технологии «умный снос» RU 2 023 615 763 от 17.03.2023 г.

7. Кашеев Р.Л., Саркисов С.В., Гляков М.Ю., Титеев И.С., Курашев Н.В. Программа для ЭВМ «Программа расчета объема строительных отходов при демонтаже зданий и сооружений» RU 2 023 615 630 от 16.03.2023 г.

