

Использование горючих отходов – основное ресурсосберегающее направление для улучшения экономических показателей

Хрусталеv Б. М., Пехота А. Н.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Исследована структура и организация малоотходных технологий, обеспечивающих экономически обоснованный рециклинг отходов. Проанализированы закономерности использования горючих отходов при брикетировании многокомпонентного твердого топлива. Представлена комплексная оценка на основе экономического расчета возможности улучшения экономических показателей за счет использования твердого топлива, полученного с использованием отходов

В недалеком будущем будет возрастать актуальность глобальных энергетических и экологических вызовов, связанных с интенсивным индустриальным развитием стран и улучшением качества жизни человека. Это будет отражаться, в том числе на увеличении объемов отходов и ростом антропогенной нагрузки на естественные экосистемы. Также, будет испытываться дефицит некоторых невозобновляемых ресурсов, например, ископаемых видов топлива. Эксперты прогнозируют, что в будущем отдельные ресурсы будут полностью исчерпаны в течение 50–100 лет, а оставшиеся запасы не смогут обеспечить возрастающий спрос потребления.

В настоящее время экономия энергоресурсов за счет применения различных технологий является одним из перспективных направлений наращивания экономического потенциала любого государства. Республика Беларусь, Российская Федерация и другие страны ЕЭАС проявляют стремление к переходу на принципы ресурсосберегающей экономики в своих перспективных планах.

Для эффективного функционирования ресурсосберегающей экономики необходимо создавать предельно закрытые циклы производства, в рамках которых ресурсы будут превращаться в новые товарные продукты, с максимально возможным и экономически оправданным привлечением возобновляемых источников энергии и малоиспользуемых отходов, не нашедших технологического применения.

Однако при этом должно обеспечиваться ряд условий, обеспечивающих возможность достижения полного рециклинга с учетом обеспечения экономической выгоды, как на уровне производства, так и на уровне потребления. Для этого необходимо:

- изоляция хозяйственно-производственных циклов осуществляемых в техносфере от природного обмена веществ и потока энергии;
- увеличение, сохранение и управление накопленными и образующимися отходами жизнедеятельности человека, а также имеющимися запасами возобновляемых материальных и энергетических ресурсов;
- оптимизация использования ресурсов за счет их возврата и обращения продуктов, отходов, компонентов и материалов в замкнутую регионально-глобальную технологическую систему утилизации;
- содействие повышению эффективности систем ресурсосберегающей экономики путем выявления негативных внешних факторов и последующего перепроектирования производственной деятельности.

Не все отрасли способны обеспечить высокий уровень рециклинга производственных отходов, так как многие виды таких отходов не находят технологического применения. Технологическая цепочка существующего потока отходов различных производств, зависящая от входящих отходов до конечного использования представлена на рис. 1.

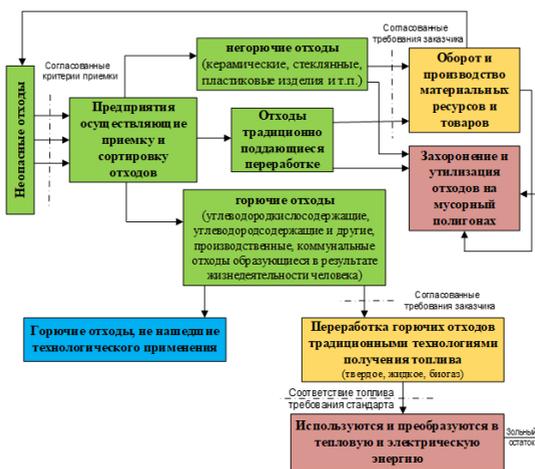


Рис. 1. Технологическая цепочка существующего потока использования отходов, образующихся от жизнедеятельности человека

Представленная схема цепочки основных технологических потоков перемещения отходов в период их жизненного цикла, реальные условия оборота опасных отходов, учитывать которые необходимо при организации производства по переработке малоиспользуемых горючих отходов.

По мнению экспертного сообщества, одним из предпочтительных методов использования горючих отходов является их сжигание. Однако этот метод достигает высокой эффективности лишь в том случае, если отходы прошли предварительную переработку и подготовку. Организация переработки и использования разных видов горючих отходов в большинстве случаев затруднена ввиду их структурной неоднородности различия по дисперсности, наличию механических примесей и включений, влажности [1; 2]. Кроме того, в них могут содержаться вещества, затрудняющие экологически безопасное сжигание. Все это в целом не позволяет применять такого рода отходы для производства брикетированного и гранулированного топлива с использованием традиционных технологий.

На основании проведенных исследований [3–4] определено, что проблема переработки горючих отходов, не нашедших применения в других технологиях, может быть решена за счет создания брикетируемого топлива путем специализированного подбора оптимального многокомпонентного состава с учетом обязательного использования экологически чистых отходов. Такой подход при формировании многокомпонентных смесей обеспечивает оптимальное соотношение химических элементов в конечном составе топлива, что при его сжигании в котлоагрегатах обеспечивает нормированные параметры содержания вредных веществ в выбросах. Разработанная авторами технология, составы топлива и оборудование для его производства находят применение в ближнем и дальнем зарубежье под брендовым названием «MSF-топливо» (англ. multicomponent solid fuel) [5].

Разработанная технология получения «MSF-топлива» предусматривает использование в качестве связующего компонента осадок сточных вод, лигнин гидролизный, нефтешламы, насыщенные нефтепродуктами опилки, отработанные смазки, отходы очистки мазутных и нефтяных резервуаров, отходы нефтеловушек очистных сооружений. По результатам проведенных исследований разработаны и утверждены в установленном порядке технические условия на производство твердого топлива ТУ ВУ 490319372.002-2021 «Топлива твердые многокомпонентные котельно-печные» [6].

Оценка экономической эффективности производства многокомпонентного твердого топлива (МТТ) показала, что применение «MSF-топлива», произведенного в соответствии с требованиями технических условий [5], например, с использованием древесных отходов и отработанных сорбентов, насыщенных нефтепродуктами марки «Пенопурм», с учетом себестоимости производства оценивается в \$ 35,2 за тонну. При отпускной цене на МТТ (ОДО «ТеплоБел»), которая на 5 % ниже стоимости 1 т дров в поленице (кругляк) и составляет \$ 43,6, окупаемость производственной установки составляет 47,8 месяца (при монтаже установки в существующем здании и двухсменном режиме работы).

Оценка теплотехнических параметров различных видов твердого топлива с учетом их стоимости в Республике Беларусь представлена в табл.

Таблица

Расчет удельной стоимости твердых видов топлива
с учетом плотности и теплоты сгорания

Вид твердого топлива	Теплота сгорания топлива, ккал/кг	Цена твердого топлива, руб./т	Плотность твердого топлива, кг/м ³	Удельная теплота сгорания, ккал/т	Удельная стоимость топлива, руб./ккал
Твердое топливо «МКУ 3-1с», $W = 15\%$	4330	124,7	0,82	3550	0,036
Дрова поленик (кругляк), $W = 15\%$	2900	138,6	0,38	1102	0,126
Дрова колотые, $W = 15\%$	2900	200,0	0,38	1102	0,182
Торфобрикет (навалом), W не более 16 %	3600	119,5	0,45	1620	0,074
Топливный брикет RUF, $W = 12\%$	4100	350,0	1,0	4100	0,085
Топливный брикет Pini Kay, $W = 9\%$	4490	340,0	1,2	5388	0,063
Топливные гранулы, $W = 7,7\%$	4570	380,0	1,2	5484	0,069
Уголь бурый марки Б-2	4177	260,0	1,2	5012	0,052
Уголь антрацит марки АМ	6200	600,0	1,5	9300	0,064

*Цена образована по средней оптовой стоимости.

Анализ данных табл. показывает, что теплотехнические характеристики (теплота сгорания) МТТ, топливных гранул и брикетов типа RUF и PINY KEY, а также бурого угля марки 2БР находятся в одном диапазоне, при этом стоимость МТТ с углеводородсодержащими отходами в среднем в 1,8–2,6 раза ниже рыночной стоимости этих видов топлива.

Выводы

1. Расчетным и экспериментальным методами подтверждена эффективность брикетирования многокомпонентного топлива на основе углеводородсодержащих отходов в виде отработанных сорбентов, насыщенных

нефтепродуктами марки «Пенопурм». Применение этой технологии позволяет:

– использовать в брикетируемой смеси отработанные сорбенты, насыщенные нефтепродуктами марки «Пенопурм», с долей 3,0–7,9 % при содержании осадка сточных вод 32,8–48,6 % и влажности брикетируемой смеси $39,5 \pm 0,9$ %;

– обеспечивать предприятие местным видом топлива, себестоимость которого в 1,8–2,6 раза ниже рыночной стоимости аналогичных по теплоте сгорания видов топлива.

2. Разработанная технология позволяет сокращать экономические потери от неиспользования горючих производственных отходов и отходов жизнедеятельности человека, не нашедших технологического применения.

Применение технологии брикетирования многокомпонентного твердого топлива (MSF-топливо) и разработанных составов способствует развитию ресурсосберегающей экономики, обеспечивая создание новых рабочих мест, снижение объемов отходов производства и сокращение финансовых затрат предприятия на закупку энергоресурсов.

Литература

1. Капитонов, И. А. Актуальные методы утилизации бытовых отходов / И. А. Капитонов, К. Н. Пармененков, Ю. К. Бронская // Инновации и инвестиции. – 2023. – № 1. – С. 246–252.

2. Мехта, Ю. Экономический анализ и оценка воздействия на жизненный цикл утилизации твердых бытовых отходов (ТБО): на примере Мумбаи, Индия / Ю. Мехта, Ю. Шастри, Б. Джозеф // Управление отходами и исследования: Журнал устойчивой экономики замкнутого цикла. – 2018. – Т. 36, № 12. – С. 1177–1189.

3. Пехота, А. Н. Многокомпонентное твердое топливо: монография / А. Н. Пехота; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2021. – 243 с.

4. Пехота, А. Н. Эффективное использование твердых коммунальных отходов в энергетических целях: особенности MSF-технологии // Энергоэффективность. – 2022. – № 5. – С. 27–32.

5. Хрусталеv, Б. М. Технология производства MSF-топлива – направляющее, обеспечивающее переход к циркуляционной экономике / Б. М. Хрусталеv [и др.] // Наука и техника. – 2022. – Т. 21, № 4. – С. 340–348.

6. Топлива твердые многокомпонентные котельно-печные. Технические условия: ТУ ВУ 490319372.002–2021. – Введ. 18.02.2022. – Минск: Комитет по стандартизации, метрологии и сертификации при Совете Министров Республики Беларусь, рег. номер 063905 от 20.12.2021. – 27 с.