

УДК 662.8.053.33; 662.8.055.2

**Комплексная реализация возможностей получения  
твердого топлива с использованием отходов**

Хрусталёв Б. М.<sup>1</sup>, Пехота А. Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь,

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет транспорта  
Гомель, Республика Беларусь

*Представлены материалы исследования, выполнен анализ образования горючих отходов в Республике Беларусь. Рассмотрены современные подходы к использованию полимерных отходов, не нашедших технологического применения в других технологиях. Исследованы характеристики их применения в качестве связующего при многокомпонентном брикетировании твердого топлива.*

В настоящее время в Республике Беларусь остро стоит вопрос увеличения объемов использования отходов и создание предпосылок к «нулевому» захоронению отходов. Мировая практика в этой сфере показывает возможность реализации различных технологических решений, среди которых – использование горючих отходов вторичных ресурсов и производство на их основе твердого топлива в виде гранул и брикетов, производство *RDF*-топлива, многокомпонентного твердого топлива (*MTT-MSF* – multi component solid fuel) и др. При этом использование тех либо иных технологических процессов использования отходов зависит от множества факторов. Взаимосвязь морфологического состава, качественных характеристик отходов и оптимальных технологических решений позволяющих получать качественное топливо, основанных на экономически выгодных составляющих применения той или иной технологии в различных направлениях технологии, требует научного обоснования, что позволяет оптимально использовать ресурсы при обращении с отходами [1].

Так, например, объем образования твердых коммунальных отходов (далее – ТКО) в Республике Беларусь оценивается на уровне 3,8 млн. т, из которых около 75 % составляют отходы потребления (от населения) и около 25 % – подобные им отходы производства (от объектов социального, культурно-бытового назначения и т.п.).

В 2019 году из ТКО было извлечено более 714,3 тыс. т вторичного сырья (далее – ВС), что составило около 20 % от объема их образования. Остальной объем отходов был захоронен на полигонах.

Таким образом, необходимо проведение дополнительных исследований по объемам образования горючих отходов вторичных ресурсов в Республике Беларусь с выработкой рекомендаций по их эффективному использованию.

Так состав коммунальных отходов значительный объем отходов составляют полимеры. Учитывая, что многие технологии в целях создания высококачественной продукции очень требовательны к сырьевым ресурсам, применяемым при производстве, не допускают в составе определенных видов отходов. Так по экспертным оценкам, упаковочные пленки, собираемые в торговых объектах (около 20 % объемов отходов полиолефиновой группы), перерабатываются на 90–95 %, твердая упаковка (емкости, около 20 % объемов) – на 55–60 %, то пленка из состава смешанных ТКО (около 25 % объемов) перерабатывается на 20–25 %, полипропиленовая упаковка (мешки, около 10 процентов) – на 20 %, а агропленки (около 20 % объемов) – на 10–15 %.

Безусловно за последние годы в Республике Беларусь имеются достаточные мощности по переработке отходов ПЭТ, а также чистых отходов полиолефиновой группы (пленок и емкостей). Мощности по переработке загрязненных отходов полиолефиновой группы в последние годы активно развиваются на таких предприятиях, как ОАО «Белвтрополимер», ОАО «БЗПИ».

Однако в мировой практике кроме собственно переработки отходов полимеров применяются технологии их использования для получения тепловой и (или) электрической энергии на мусоросжигательных заводах, цементных заводах, ТЭЦ и в качестве связующих компонентов при производстве брикетированного топлива.

Разработанные авторами технологии многокомпонентного брикетирования позволяют получать твердое топливо не только с использованием древесных и углеродсодержащих отходов, но и из смеси отходов ила очистных сооружений с растительно-древесными отходами, отходов животноводства (птицеводства) с сельскохозяйственными отходами и т.п. [2].

При изучении процесса многокомпонентного брикетирования следует различать факторы физические, химические, связанные со свойствами, состоянием брикетируемого материала и применяемым связующим и факторы механические, связанные с конструкцией применяемого брикетировочного оборудования.

Качество брикетов зависит от многих факторов, основными из которых являются: химический и морфологический состав, а также физическое состояние брикетируемого материала, его насыпной вес, влажность, фракционный состав и величина брикетируемых частиц, температура нагрева перед брикетированием, удельное давление брикетирования, а для некоторых материалов, применяемых в составе топлива и технологических процессах

качественные характеристики формируются и временем выдержки под давлением.

Для установления влияния на изменение зависимости от добавления отходов полимеров на основные факторы формирования механической прочности и другие показатели качества брикетов авторами были проведены экспериментальные исследования, результаты которых приводятся ниже.

Эксперимент по определению влияния высоты брикетов на их прочность проводились в лабораторных условиях на гидравлическом прессе с применением закрытой матрицы. Во всех исследованиях принималось одинаковое удельное давление  $p = 20$  МПа.

По результатам опытов на рисунке построен график, из которого видно, что с увеличением высоты брикета  $\sigma_{изг}$  уменьшается. Значительное падение  $\sigma_{изг}$  наблюдается при увеличении высоты в интервале от 10 до 30 мм. В дальнейшем интенсивность изменения  $\sigma_{изг}$  уменьшается.

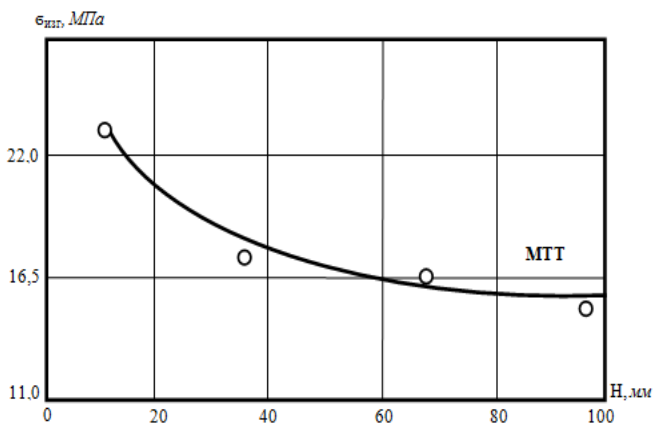


Рис. Влияние высоты брикетов его прочность  $\sigma_{изг}$ :

МТТ – многокомпонентное твердое топливо из хвойных опилок (фракция 0,5–3 мм) с использованием в составе полимерных отходов

Исходя из полученных результатов исследований следует рекомендовать высоту брикетов 15–30 мм при брикетировании многокомпонентного твердого топлива с использованием в составе полимерных отходов на гидравлическом прессе с применением закрытой матрицы.

Однако при такой малой высоте резко снижается производительность брикетирования. При высоте брикетов больше 40 мм прочность их уменьшается незначительно. Наиболее приемлемой высотой с учетом производительности штемпельных прессов при достаточно полном использовании их мощности можно считать  $H = 40$ –100 мм.

Таким образом, анализ показывает, что существует широкий спектр возможностей получения топлива с использованием коммунальных отходов. Их применение в технологиях брикетирования многокомпонентных составов позволяет обеспечивать сокращение объемов захоронения отходов, повышать уровень использования горючих отходов вторичных ресурсов, а также реализовывать программы импортозамещения экспортируемых энергоносителей.

### Литература

1. Хрусталеv, Б. М. Твердое топливо из углеводородсодержащих, древесных и сельскохозяйственных отходов для локальных систем теплоснабжения [Текст] / Б. М. Хрусталеv, А. Н. Пехота // Энергетика. Изв. высш. учеб.заведений и энерг. объединений СНГ. – 2017. – Т. 60, № 2. – С. 147–158.
2. Хрусталеv, Б. М. Композиционное твердое топливо на основе вторичных горючих отходов [Текст] / Б. М. Хрусталеv, А. Н. Пехота // Энергоэффективность : ежемесячный науч.-практ. журнал. – 2016. – № 4. – С. 18–22.

УДК 662.8.055.2; 621.43.03

### Подготовка отходов с применением электрогидравлической установки

Хрусталёв Б. М.<sup>1</sup>, Пехота А. Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь,

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет транспорта  
Гомель, Республика Беларусь

*Представлены материалы исследования, выполнен анализ возможности применения электрогидравлической обработки различных отходов. представлено устройство установки, обеспечивающей электрогидравлическую обработку вторичных материалов. Исследованы характеристики их применения в качестве связующего при многокомпонентном брикетировании твердого топлива.*

В последнее время много говорится о необходимости инновационных прорывов и развитии новых технологий. Ведущие развитые страны мира именно сейчас, во времена различных кризисов, резко увеличивают расходы на науку. Это делается потому, что без фундаментальной науки не будет никаких новых технологий и прорывов. Важнейшая функция науки в том и состоит, что она закладывает основы технологий будущего.

Основной целью данной статьи авторы ставят необходимость более