

<https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21501084&p1=1>. – Дата доступа: 20.10.2021.

2. Государственная программа «Энергосбережение» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100103>. – Дата доступа: 20.10.2021.

3. Герасимович, Л. С. Методология научного обоснования аграрных комплексных энергосистем с использованием местных ресурсов / Л.С. Герасимович, О.Л. Сапун, А.В. Синенький // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. 2019. Т. 57. № 1. С. 93–109.

4. Комплексный прогноз научно-технического прогресса Республики Беларусь на 2021–2025 гг. и на период до 2040 г. Том 2 / под ред. А.Г. Шумилина. – Минск: ГУ «БелИСА», 2020. – 752 с.

5. Михалевич, А.А. Моделирование работы Белорусской энергосистемы с учетом ввода АЭС / А.А. Михалевич, В.А. Рак. // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2021. Т. 64, № 1, с. 5–14.

6. Макаров, Я.В. Совершенствование принципов мультиагентного подхода к моделированию элементов электротехнических комплексов и систем нефтяной отрасли : дис. ... канд. техн. наук : 05.09.03 / Я.В. Макаров. – Самара, 2016. – 139 л.

**Кравцов А.М., к.т.н., доцент, Гаель И.А., Зыкун А.С.,
Плискевич Е.В.**

**УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», Минск, Республика Беларусь
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ
СОВМЕСТНОГО СЖИГАНИЯ МЕСТНЫХ ВИДОВ
ТОЛИВА И ТБО**

На сегодняшний день, еще не выявлены приемлемые, то есть дешевые и экологически чистые технологии выработки энергии из такого возобновляемого ресурса, как твердые бытовые отходы (ТБО). Учитывая рост количества отходов и бедность Республики Беларусь энергетическими ресурсами, возрастает необходимость в новых методах утилизации ТБО с возможным вовлечением в энергопотенциал путем применения прогрессивных технологий,

заимствованных из опыта других стран, либо созданием собственных технологии переработки ТБО.

В Республике Беларусь общий энергетический потенциал ТБО оценивается в 20–23 млн. т.у.т, из них только 8–10 % перерабатывается и используется в производстве. Ежегодно накапливается 2,4 млн. тонн ТБО с потенциальной энергией 470 тыс. т.т. Содержание органического вещества в них составляет 40–75 %, углеводов – 35–40 %, зольность – 40–70 %. Количество горючих компонентов в ТБО равно 50–88 %. Их теплотворная способность – 800–2000 ккал/кг.

Чтобы ТБО из возобновляемых энергетических ресурсов (ВЭР) стали полноценным возобновляемым источником энергии, необходим ряд предварительных технологических операций по выделению из них горючей части и приведению ее в надлежащий вид (пеллеты, брикеты или жидкое топливо).

Охарактеризуем возможности применения местных и альтернативных энергетических источников наиболее приемлемых для применения в АПК, а именно: различные виды биомассы, отходов сельскохозяйственного производства и ТБО.

Основной недостаток сельскохозяйственных отходов как топлива – сложность их сбора, хранения и транспортировки. К тому же они отличаются низкой удельной теплотой сгорания по сравнению с ископаемыми видами топлива. Так, удельная теплота сгорания соломы составляет 14,3 МДж/кг. Для сравнения: сухой древесины – 16,5; мазута – 40,6; этанола – 27; каменного угля – 23,0–34 МДж/кг [1].

Степень полезного использования различных видов растительной биомассы и стоимость получаемой из нее энергии в значительной мере определяются технологией ее переработки.

Анализ существующих методов использования биотоплива показал, что наиболее предпочтительными являются методы термической переработки: сжигание, пиролиз и газификация. Процессы газификации и пиролиза имеют некоторые преимущества по сравнению с прямым сжиганием: уменьшается объем отходящих газов, имеется возможность использовать генераторный газ для получения других видов энергии

Путем газификации можно превратить низкосортное топливо (отходы), содержащее большое количество балласта (влага, зола) и обладающее низкой теплотой сгорания, в высококачественное газообразное топливо (газ с теплотой сгорания от 4 до 20 ГДж/м³).

В течение последних десяти лет для сжигания твердых топлив и горючих отходов, кроме традиционных технологий и оборудования, используют простейшие газогенераторные установки типа Пинча, позволяющие проводить двухстадийное сжигание в тонком неподвижном слое с высоким КПД и хорошими экологическими показателями. При этом температура может достигать 1200–1300 °С, что на 100–300 °С выше температуры горения на колосниковой решетке. КПД газификации при этом достигает 90 %.

В качестве наиболее интересных проектов практического применения технологии газификации биомассы необходимо отметить разработку установок для совместной газификации биомассы с отходами пластмассы, текстиля и резинотехнических изделия [3].

На их базе созданы газогенераторы мощностью от 30 до 1000 кВт для сжигания твердых топлив, разработана технология и оборудование для совместного сжигания торфа (или сопрапеля) и горючих органических отходов. Сущность этого способа заключается в том, что при совместном сжигании, например, торфа и изношенных автопокрышек образующийся диоксид серы связывается золой торфа с образованием сульфата кальция ($\text{CaO} + \text{SO}_2 + 0,5\text{O}_2 \rightarrow \text{CaSO}_4$), что приводит к значительному снижению выбросов летучих соединений серы в атмосферу.

При совместном сжигании с торфом наблюдается полное сгорание кусков изношенных шин, в том числе технического углерода – сажи; каждый процент добавки изношенных шин к торфу повышает теплоту сгорания топлива на 210 кДж/кг. Использование газогенератора предложенной конструкции в виде топочного устройства с модифицированной колосниковой решеткой позволяет повысить эффективность и экологическую безопасность сжигания отработанных резинотехнических изделий.

Проведены испытания по газификации древесных отходов, торфа и их смесей с полиэтиленовой пленкой и резинотехническими изделиями, на газогенераторных установках е типа Пинча мощностью 70 и 150 кВт при этом наблюдается повышение температура в жаровом канале в среднем на 150–200 °С и соблюдаются экологические нормы безопасности [4].

Однако в ходе проведения эксперимента возникали трудности по способу добавления горючих отходов к основному виду топлива. Как следствие, в настоящее время рассматриваются возможности и целесообразность варианта обогащения местных видов топлива го-

рючими добавками на стадии производства пеллетов. С последующей доработкой конструкции газогенератора.

Список использованных источников

1. Соловьев В.Н. Обработка элементов газификации местных видов топлива органических отходов в обращенном режиме / В.Н. Соловьев, Л.М. Бида // Минск. – 2003.
2. Табиб М.М. Термическая утилизация твердых бытовых отходов/ М.М. Табиб // Энергетика и ТЭК. – 2014. – №2. – С. 20–23.
3. Патент а 20061077 «Способ утилизации резинотехнических изделий».
4. Патент № 12884 «Устройство для сжигания полимерных отходов».

**Лиханов В.А., д.т.н., профессор, Лопатин О.П., д.т.н., доцент
Вятский государственный агротехнологический
университет, Киров, Россия
ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ,
РАБОТАЮЩИХ НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ТОПЛИВЕ**

В Вятском государственном агротехнологическом университете на базе кафедры тепловых двигателей, автомобилей и тракторов проведены исследования мощностных и экономических показателей высокооборотных тракторных дизелей малой размерности Д-240 (4Ч 11,0/12,5) для работы на газомоторном топливе (80 % природный газ, 20 % дизельное топливо), метано-топливной эмульсии (МТЭ) и этано-топливной эмульсии (ЭТЭ); Д-245.12С (4ЧН 11,0/12,5) с турбонаддувом, Д-245.7 (4ЧН 11,0/12,5) с охлаждением наддувочного воздуха для работы на газомоторном топливе; Д-21А1 (2Ч 10,5/12,0) для работы на метаноле и метиловом эфире рапсового масла (МЭРМ) [1].

На рисунке 1 представлены нагрузочные характеристики эффективных показателей дизелей, работающих на газомоторном топливе. Применение в дизеле газомоторного топлива приводит к увеличению содержания в отработавших газах (ОГ) оксидов азота [1], поэтому для устранения этого недостатка дополнительно к газомоторному топливу в исследуемом дизеле была применена рециркуляция отработавших га-