

ЛИТЕРАТУРА

1. Выборнова Т.С. Совершенствование технологии регенерации отработанных масел различной природы: дис. канд. техн. наук: 2.6.12 / Т.С. Выборнова. – Астрахань, 2024. – 123 с.
2. Кутепова Ж.В. Методы утилизации отработанных моторных масел // Вестник МАДИ. – 2010. – Вып. 3 (22). – С.92–96.

УДК 662.71/.74:658.26

Ивановская И.С., Ивановский В.В.

(Белорусский государственный
технологический университет)

АСПЕКТЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ МЕСТНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА НА БЕЛОРУССКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Замещение природного газа, используемого в технологических целях, на местные виды топлива (МВТ) оправдано при наличии экономической целесообразности, а также с целью устранения зависимости белорусских предприятий от одного источника импортного топлива, цена на которое может расти.

Целью работы является определение основных аспектов применения местных видов топлива на белорусских предприятиях, связанных как с выбором конкретного вида топлива, так и с организацией его использования. Задачами работы являются определение наиболее перспективных видов топлива для предприятий промышленности строительных материалов, сравнение их характеристик, расчет эффективности применения МВТ по сравнению с природным газом. Актуальность темы подтверждается ростом объемов энергии, произведенной за счет использования МВТ, а также необходимостью поддерживать реализованные инвестиционные проекты по созданию мощностей для производства древесных пеллет и торфобрикетов. Также Департамент по энергоэффективности призывает использовать местные виды топлива как часть государственной политики по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. Это обусловлено их ролью в снижении зависимости от импорта и обеспечении устойчивого развития энергетики, что является одним из приоритетов в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности. В частности, местное топливо (например, торф, горючие сланцы, древесные пеллеты) способствует рациональному и экономному расходованию топливно-энергетических ресурсов.

В настоящее время в Республике Беларусь объемы производства МВТ могут достигать следующих значений:

- древесные гранулы (пеллеты) – около 900 тыс. т и порядка 100 тыс. т древесных топливных брикетов и щепы;
- топливные брикеты из торфа – около 290 тыс. т;
- флотационный шлам и скоп (отходы целлюлозно-бумажного производства) порядка 100 тыс. т;
- нефтекокс – порядка 500 тыс. т.

Основным направлением использования МВТ в технологическом процессе являются операции сушки. В таблице 1 приведем характеристики различных видов топлива для выработки сушильного агента.

Таблица 1 – Характеристика различных видов топлива

Вид топлива	Теплота сгорания (МДж/кг)	Калорийность (ккал)	% золы	% серы
Каменный уголь	15-25	4 500- 5200	10-35	1-3
Бурый уголь	14-22	4 000-4 300	10-35	1-3
Дрова	10	2 000	2	0
Кусковой (фрезерный) торф	11,4	3 500	15-23	0,3-0,5
Торфобрикеты	14-15	3 200	10-15	0,3-0,5
Пеллеты древесные	17,5-18,5	4 800-5 000	2,5	0,1
Щепа топливная	10-11	2 600-3 000	0,02	0,01
Природный газ	35-38 МДж/м ³	8050	0	0

Предприятия в Республике Беларусь обладают достаточным количеством мощностей по производству только четырех МВТ для обеспечения потребностей промышленных масштабов при необходимости соблюдения экологических ограничений по выбросам соединений серы. Это древесные пеллеты и щепа, торфобрикеты и фрезерный торф.

Преимуществами древесных пеллет являются:

- Зольность пеллет, то есть содержание несгораемого остатка после сжигания, низкая, не более 5 % для пеллет;
- Более высокая плотность пеллет упрощает их хранение и транспортировку;
- Поскольку при сжигании древесных топливных гранул (пеллет) выделяется примерно такое же количество СО, как и то, которое забирается из земной атмосферы при росте биомассы, древесные топливные гранулы (пеллеты) являются практически нейтральными в плане выделения СО;
- Пеллеты выделяют значительное количество тепла при сгорании;
- Форма пеллет позволяет автоматизировать процессы погрузки-разгрузки и также сжигания данного вида топлива.

Однако пеллеты являются довольно дорогим видом топлива. Цена на пеллеты волатильная, зависит от возможности поставок на экспорт и может достигать уровня до 300 евро за тонну.

Более дешевым видом топлива являются топливные брикеты из торфа. Однако применение данного вида топлива связано с рядом сложностей:

- Зольность торфа, используемого в качестве сырья для отопления, может составлять от 10 % до 23 % в зависимости от типа и состава торфа;
- Высокая зольность указывает на большее содержание минеральных веществ, что может негативно влиять на химический состав производимой продукции в случае контакта с дымовыми газами в процессе сушки;
- Необходимость создания существенных запасов топлива и необходимость утилизации отходов.

Таким образом, использование древесных пеллет, торфа и щепы как видов топлива сопряжено с рядом дополнительных проблем, которых лишено использование природного газа. Проблемы связаны с высокими затратами на хранение данных видов топлива, высокие эксплуатационные затраты топливного оборудования, возникновением отходов и увеличением экологической нагрузки. Также отдельно необходимо отметить влияние продуктов сгорания местных видов топлива на качество конечного продукта.

При принятии решения о переходе на МВТ необходимо учитывать риск роста цены на МВТ. При возобновлении экспорта древесных пеллет в страны Евросоюза, их цена может возрасти или может возникнуть дефицит пеллет на внутреннем рынке по приемлимой для промышленного производителя цене. Может возникнуть локальный дефицит щепы, что увеличит стоимость доставки данного топлива в адрес конкретного промышленного предприятия.

Уровень цен на древесные пеллеты, топливные брикеты и щепу в разрезе стран представлены в таблице 2 и на рисунке 1.

Торфобрикет в Европе фактически не используется в качестве топлива в сколько-нибудь значимых объемах. В некоторых странах (Германия) действуют строгие правила добычи торфа, а его использование в качестве топлива не считается экологически устойчивым. Добыча торфа в Швейцарии практически полностью запрещена для защиты уникальных экосистем болот.

Таблица 2 – Средние цены на МВТ в разрезе некоторых стран в 2025 году, евро/т (м³)

Показатель	Древесные пеллеты	Торфо-брикет	Щепа топливная
Средняя цена в Республике Беларусь	64	40	45
Средняя цена в Российской Федерации	85	75	30
Средняя цена в Евросоюзе	325	290	95
Германия	270-290	450-550	110-130
Польша	220 - 265	95-125	66-70
Объем потребления в Евросоюзе в 2024 году	25,4 млн. т.	нет данных	75 млн.м3

Евросоюз является крупнейшим в мире потребителем древесных гранул. В 2024 г. объем потребления их составил 25,4 млн. т, 2023 г. – 24,0 млн тонн. В 2025 г. потребление древесных гранул в ЕС, по прогнозам, увеличится, что обусловлено мандатами Европейской комиссии (ЕК).



Рис. 1 – Средние цены на виды топлива в 2025 году, €/т.

Щепа также пользуется спросом, однако возможности по ее транспортировке сильно ограничены, она остается местным видом топлива и цены на щепу незначительно выше чем в Республике Беларусь, что позволяет говорить о низком риске роста цен на данный вид топлива. По щепе могут возникать риски локального территориального дефицита, когда близлежащие лесхозы и производители щепы будут полностью загружены поставками для коммунальных служб и частных потребителей в отопительный сезон, что приведет к росту затрат на транспортировку щепы из соседних регионов.

На размер потребления местных видов топлива существенное влияние оказывает цена на природный и сжиженный газ. Так биржевая цена в ЕС на газ в зимний период превышает 350 евро за тыс. м³, что способствует росту потребления возобновляемых видов топлива, в основном древесных пеллет, цены на которые доходят до 500 евро за тонну в некоторых европейских странах.

Возможность роста цен в Республике Беларусь на торфобрикеты и щепу гораздо ниже, так как их поставки на экспорт связаны с высокими транспортными затратами (из-за высокой влажности) и отсутствием в Европе большого парка топочного оборудования для данных типов топлива, в то время как на древесных пеллетах работает большинство котельных в ЕС. Также следует отметить, что вопросы эффективности

поставок зависят от цены на природный газ, которая может измениться в среднесрочной перспективе.

Из практики применения стоит отметить успешный опыт использования в качестве топлива торфа на цементных заводах БЦК. Таким образом, при сложившихся объемах производства и ценах на МВТ наиболее выгодным в настоящий момент времени является использование торфобрикетов и древесных пеллет, при сохранении конъюнктуры рынка.

В заключении необходимо отметить, что промышленное применение МВТ в технологическом процессе белорусских предприятий позволяет диверсифицировать риски зависимости от одного источника поставок, противостоять ценовым интервенциям, укреплять межотраслевые связи внутри Республики, развивать и совершенствовать технологии получения энергии в промышленных масштабах.

ЛИТЕРАТУРА

1. СТБ 1919-2008: Брикеты топливные на основе торфа. Технические условия. Государственный Стандарт Республики Беларусь. Госстандарт. Минск. 2009 – 10 с.

2. Дремичева Е.С., Эминов А.А. Эколого-экономические аспекты использования торфа в энергетике // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2022. Т. 14. №1 (53). С. 96-108.

УДК 661.183.7

Пягай И.Н., Савельев. Е.П., Титова М.Е.
(Санкт-Петербургский Горный Университет
императрицы Екатерины II)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИНТЕЗА ВЫСОКОПОРИСТОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ ИЗ ПРОМЫШЛЕННОГО КРЕМНЕГЕЛЯ

В контексте развития круговой экономики, ресурсосберегающих и экологически ориентированных технологий большой интерес представляют подходы к синтезу функциональных материалов с использованием в качестве сырья отходов производств. Техногенный кремнегель, образующийся в процессе получения фторида алюминия, является перспективным источником диоксида кремния для синтеза высокопористого силикагеля, применяемого в адсорбционных, каталитических и сепарационных процессах [1].