

## Список использованных источников

1. Исследование многокомпонентного брикетированного топлива на основе осадков сточных вод городских очистных сооружений г. Гомеля и исследование теплотехнических свойств брикетов / Отчет НИР на основании договора № 13753 от 14.04.2020. – БелГУТ, Гомель. – 99 с.

УДК 339.562:662.62

## ВОЗМОЖНОСТИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ КЛАССИЧЕСКИХ ВИДОВ ТВЁРДОГО ТОПЛИВА

**Коваленко В. Н., Зимницкая А. С.\*, Желенговская Е. Н.\***

*Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель, Республика Беларусь, kovalbyu@gmail.com*

*\*Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет», г. Витебск, Республика Беларусь, zimnitskaya.fk@yandex.by*

*\*Учреждение образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь, lizazhelengovskaya@gmail.com*

**Научный руководитель – Вострова Р. Н., к. т. н., доцент**

*The main purpose of this work is to assess the possibilities of introducing alternative fuels (multicomponent fuels based on sewage sludge and sawdust) in the energy market of Belarus with the aim of partial import substitution of classic solid fuels.*

Основная цель данной работы заключается в оценке возможностей реализации альтернативного топлива на белорусском энергетическом рынке, с целью частичного импортозамещение классических видов твёрдого топлива. Альтернативное топливо представляет собой многокомпонентный твёрдый топливный (МТТ) брикет на основе осадка сточных вод (ОСВ).

Ежегодно на очистных сооружениях в Республике Беларусь образуется 180–197 тысяч тонн осадка сточных вод по сухому веществу, из всего этого объёма в хозяйстве используется лишь 4 – 5 % [1].

Основными направлениями утилизации осадков являются: сжигание, компостирование, применение в качестве почвогрунтов, либо удобрений. Как правило, данный продукт приносит убытки, связанные с его хранением, транспортировкой и утилизацией. Также стоит обратить внимание на то, что при долговременном хранении на иловых площадках может наноситься экологический ущерб.

Актуальность изготовления многокомпонентного твёрдого топливного на основе осадка сточных вод основывается на том, что главный компонент возобновляем и его объём ежегодно увеличивается пропорционально росту населения и производства [2].

В ходе лабораторных экспериментов и технико-экономических расчётов, было принято решение, что необходимо к осадку добавлять отходы деревообработки – щепу или опилки со следующими соотношениями: Марка-1 (50/50), Марка 2 (75/25), Марка-3 (100/0), Марка-4 (33/67) [1,2].

В состав многокомпонентного твёрдого топлива есть возможность включать вторичные продукты или отходы от нефтепереработки (мазут, дёготь, гудрон, масла, отработанное моторное топливо), деревообработки (ветки, кора, щепа, стружка, древесная мука, опилки), растительный мусор (солома, ботва, сухие листья), бытовые отходы (бумага, картон, пищевые отходы, текстиль), лигнин и т. д. [2,3]. В конечном счёте эти добавки будут значительно влиять на характеристики брикета, то есть на теплоту сгорания, влажность и зольность, при этом цена на брикет будет строго зависеть от вида добавки.

В таблице 1 представлены цены реализации брикетов рассматриваемых марок за 1 тонну и соответствующий для марки расчётный срок окупаемости.

Таблица 1 – Срок окупаемости и цена реализации брикетов

Показатель	Марка-1	Марка-2	Марка-3	Марка-4
Соотношение осадка и щепы, %	50 / 50	75 / 25	100 / 0	33 / 67
Цена реализации брикетов за 1 тонну, руб.	98,00	78,85	59,20	111,0
Расчётный срок окупаемости, мес.	27,04	33,13	45,29	23,94

Исследуя деятельность стран-соседей в рассматриваемой сфере, хотелось бы отметить, что в Российской Федерации и Республике Украине осадок сточных вод, как правило, сжигается или используется в качестве почвогрунтов. В Европейском Союзе наиболее чаще применяется для создания удобрений или компоста, сжигается с целью получения тепловой энергии или биогаза в метантенках.

После ознакомления с экологической нормативной базой предполагаемых стран-импортёров рынок сбыта ограничивается лишь странами, входящими в Содружество Независимых Государств и Евразийский экономический союз.

На сегодняшний момент в Республику Беларусь импортируются следующие основные виды твёрдого топлива: каменный уголь, бурый уголь, антрацит, торф и торфобрикеты, топливные продукты из отходов деревообработки [4].

На рисунке 1 представлены диаграммы импорта твёрдого топлива (в процентах).

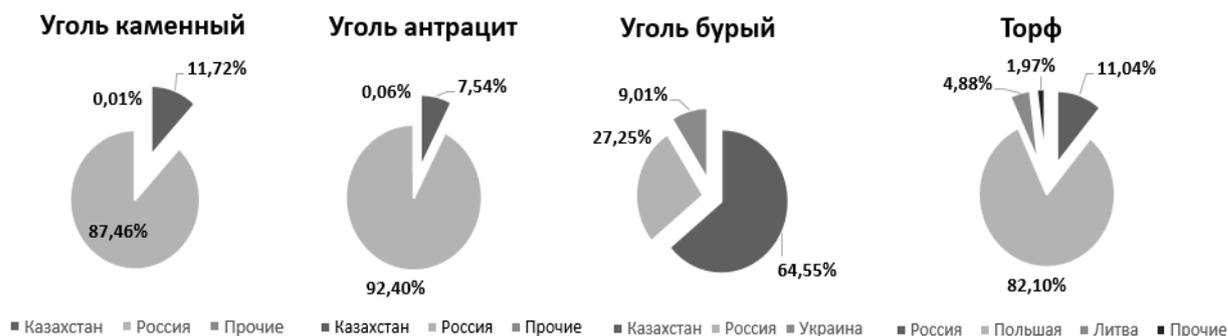


Рисунок 1 – Импорт твёрдых топливных ресурсов (в процентах) [4]

Для удобства экономического сравнения импортируемых ресурсов и МТГ из осадка сточных вод было принято решение перевести все энергоресурсы в условное топливо. К расчёту не были приняты дрова и брикеты из древесины, так как ввоз в страну не значителен и в основном используется местное сырьё. Также хотелось бы отметить, что расчёты являются достаточно грубыми, так как не учтено множество факторов, издержек и нюансов, требующих более углубленного исследования темы.

Выполняя анализ информации по импорту топливных ресурсов за 2019 и 2020 г., было определено, что максимально возможное изготовление брикетов из осадка сточных вод в объёмной массе уступает ввозимому массовому объёму как антрацита, так и каменного угля по отдельности. Соответственно, введение брикетов из осадка сточных вод позволяет покрыть лишь часть потребности в одном из ресурсов. Бурый уголь и торф в меньшей степени импортируются, что позволяет полностью осуществить импортозамещение. Стоит упомянуть, что торф – относительно дешёвый и распространённый энергоресурс, однако рассматриваемые топливные брикеты дешевле и по характеристикам значительно лучше [1,3].

В таблицах 2.1 и 2.2 представлены расчёты возможности осуществления частичного импортозамещения одного из ресурсов на 2020 г.

Таблица 2.1 – Экономический расчёт частичного импортозамещения на 2020 г.

Вид топлива	Топливный эквивалент	Годовая эквивалентная масса брикетов, т. у. т.	Годовая масса ввозимого ресурса, т. у. т.	Потери брикетов, т. у. т.	Чистая разница, т. у. т.	Сокращение импорта, т. у. т.
Антрацит	1,86	205 723,16	306 452,00	20 572,32	-100 728,84	-121 301,16
Уголь каменный	1,13	125 101,92	1 412 945,00	12 510,19	- 1 287 842,68	- 1 275 332,49

Таблица 2.2 – Экономический расчёт частичного импортозамещения 2020 г.

Цена брикетов за 1 т., руб.	Суммарная годовая цена брикетов, руб.	Суммарная годовая цена ввозимого ресурса, руб.	Экономические потери, руб.	Возможность сэкономить, внедрив брикеты, руб.	Конечная цена закупки ввозимого ресурса, руб.
98,0	20 160 869,29	115 164 661,60	2 016 0 86,93	22 176 95 6,22	92 987 70 5,38
0	12 259 988,08	395 624 488,00	1 225 9 98,81	13 485 98 6,89	382 138 5 01,11

В заключении хотелось бы отметить следующее [1,2]:

- рассматриваемая продукция позволит заработать прибыль от реализации физическим и юридическим лицам, частично заменить классические твёрдые топливные ресурсы, вдобавок обеспечить новые рабочие места;
- получить за счёт вторичного сырья местные источники энергии, исключив вывоз осадка сточных вод на полигон твердых бытовых отходов;
- технология создания осадка сточных вод имеет невысокую себестоимость и относительно быструю окупаемость. В перспективе может составить совершенную конкуренцию классическим твердым видам топлива как на локальном, так и на региональном энергетических рынках.

## Список использованных источников

1. Исследование многокомпонентного брикетированного топлива на основе осадков сточных вод городских очистных сооружений г. Гомеля и исследование теплотехнических свойств брикетов : отчёт по НИР / Белорус. гос. ун-т трансп. ; рук. А. Н. Пехота. – Гомель, 2020. – 99 с.

2. Пехота, А. Н. Многокомпонентное топливо на основе древесных отходов – одно из направлений решения задач энергосбережения / А. Н. Пехота // Вестник Белорусского государственного университета транспорта. Наука и транспорт : науч.-произв. журнал. – 2010. – № 1. – С. 121–122.

3. Коваленко В. Н. Производство топливных брикетов на основе осадка сточных вод / В. Н. Коваленко, Р. Н. Вострова // Устойчивое развитие: региональные аспекты : сборник материалов XII Международной научно-практической конференции молодых ученых, Брест, 23–24 апреля 2020 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: М. А. Богдасаров [и др.]. – Брест : БрГУ, 2020. – С. 201–203.

4. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа : 10.03.2021.

УДК 697.97

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБЪЕКТА ТОРГОВЛИ

**Крук А. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [sasha\\_kruk\\_99@mail.ru](mailto:sasha_kruk_99@mail.ru)

Научный руководитель - Янчилин П. Ф., м. т. н., старший преподаватель

*This paper discusses some of the features of the selection of air conditioning equipment for a trade facility. The result of this work is necessary to determine the technical and economic air conditioning systems with various components for trade objects.*

Система кондиционирования воздуха (СКВ) – это техническая установка, предназначенная для создания и поддержания в помещении или отдельной зоне заданных параметров микроклимата и чистоты воздуха. При этом заданные параметры поддерживаются в течение всех периодов года. Системы кондиционирования воздуха обычно работают в автоматическом режиме, обеспечиваемом специальной системой автоматического регулирования. В некоторых случаях при кондиционировании воздуха требуется обеспечить также высокую чистоту притока, т. е. полное отсутствие пыли.