

**УДК 621.313**

ЖАЛАБКОВИЧ А.Д., учащийся (УО «Национальный детский технопарк»)  
БОГУШЕВИЧ Р.Е., учащийся (УО «Национальный детский технопарк»)

Научные руководители: ЗЕЛЕНУХО Е.В., ст. преподаватель (БНТУ),

СКУРАТОВИЧ И.В., ст. преподаватель (БНТУ)

г. Минск

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТОПЛИВНЫХ СВОЙСТВ РАСТЕНИЙ,  
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПОСЛЕ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ В КАЧЕСТВЕ  
КОМПОНЕНТОВ КОМПОЗИТНОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ  
ТОРФА**

Одной из основных причин возникновения техногенно нарушенных земель в Республике Беларусь является добыча полезных ископаемых. Значительную часть таких земель составляют засоленные почвы в районах деятельности калийного производства. Важным направлением восстановления засоленных почв является фиторемедиация, задача которой состоит в устраниении загрязнений, в том числе и соли.

Для проведения заявленных в названии работы исследований было выбрано четыре культуры: ячмень, овёс, пшеница и рапс. После фиторемедиации засоленных земель они могут быть использованы в качестве компонентов для получения композитного топлива на основе торфа. Эти культуры были высажены в почвы, отобранные на разном расстоянии от солеотвала (80 м, 300 м и 500 м) и имеющие различную степень засоления. Анализ результатов всхожести показал, что наилучшей всхожестью обладают семена ячменя, а наиболее низкая всхожесть характерна для семян рапса. Однако, как показал анализ литературных источников, злаковые культуры адаптируются к неблагоприятным погодным условиям хуже, чем рапс. Поэтому при проведении дальнейших исследований рассматривали как солому зерновых культур, так и солому рапса.

Целью данной работы является исследование топливных свойств растений, используемых после фиторемедиации техногенно нарушенных земель для получения композитного топлива. Для достижения названной цели были решены следующие задачи:

- проведены исследования основных топливных характеристик компонентов композитного топлива (торфа, соломы зерновых и соломы рапса): влажности, зольности, теплоты сгорания;
- получены экспериментальные композитные топливные брикеты на основе торфа путем прессования.

Определение влажности компонентов композитного топлива (торфа, соломы зерновых, соломы рапса) проводилось в соответствии с СТБ 2042-

2010 «Торф. Методы определения влаги и зольности». Для этого в предварительно высушенные и взвешенные алюминиевые бюксы помещали по 1 г анализируемой пробы сырья (торфа, соломы зерновых, соломы рапса). При этом солома зерновых и солома рапса были измельчены до 1 см. Далее алюминиевые бюксы с пробами помещали в сушильный шкаф с электрическим обогревом и высушивали в течение 40 минут при температуре 105-110°C. Затем проводили повторное взвешивание.

Результаты определения влажности показали, что солома зерновых и солома рапса обладают достаточно низкой влажностью — до 10%.

Для определения зольности компонентов композитного топлива (торфа, соломы зерновых, соломы рапса) в предварительно высушенные и взвешенные тигли помещали пробы в количестве 1 г. Затем тигли с пробами сырья взвешивали и помещали в муфельную печь, предварительно нагретую до температуры 600°C. Прокаливание осуществляли до полного озоления нелетучего остатка в течение 40 минут. После прокаливания тигли с золой вынимали из муфельной печи, охлаждали в эксикаторе до комнатной температуры и взвешивали.

Результаты определения зольности торфа, соломы зерновых, соломы рапса приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты определения зольности торфа, соломы зерновых, соломы рапса

Наименование компонента композитного топлива	Среднее значение зольности, %
Торф	13,5
Солома зерновых	7,5
Солома рапса	5,5

Как видно из таблицы 1, среднее значение зольности соломы зерновых и соломы рапса значительно ниже значения зольности торфа. При этом наименьшее значение зольности характерно для соломы рапса.

Определение теплоты сгорания компонентов композитного топлива (торфа, соломы зерновых, соломы рапса) проводилось в соответствии с ГОСТ 147-2013 «Топливо твердое минеральное. Определение высшей теплоты сгорания и расчет низшей теплоты сгорания» калориметрическим методом.

Полученные результаты определения низшей теплоты сгорания рабочего топлива (торфа, соломы зерновых, соломы рапса) приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты определения низшей теплоты сгорания рабочего топлива (торфа, соломы зерновых, соломы рапса)

Наименование компонента композитного топлива	Высшая теплота сгорания, кДж/кг	Низшая теплота сгорания рабочего топлива, кДж/кг
Торф	15,85	13,68
Солома зерновых	16,55	15,40
Солома рапса	16,98	15,74

Как видно из таблицы 2, теплота сгорания соломы зерновых и соломы рапса достаточно высока, что позволяет обосновать возможность использования этих компонентов в качестве сырья для производства композитного топлива. При определении низшей теплоты сгорания рабочего топлива влажность рабочего топлива для соломы зерновых и соломы рапса была принята в 10%, для торфа – в 20%.

Далее в данной работе были проведены исследования по изменению топливных характеристик композитного топлива на основе торфа с различным содержанием соломы зерновых и соломы рапса (от 10% до 50%). Полученные результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3. Изменение топливных характеристик композитного топлива на основе торфа

Наименование показателя	Наименование компонента композитного топлива	Доля соломы зерновых и соломы рапса в композитном топливе, %				
		10	20	30	40	50
Зольность, %	Солома зерновых	12,9	12,3	11,7	11,1	10,5
	Солома рапса	12,7	11,9	11,1	10,3	9,5
Теплота сгорания, МДж/кг	Солома зерновых	14,18	14,27	14,36	14,45	14,55
	Солома рапса	13,9	14,06	14,25	14,44	14,63
Удельный расход композитного топлива, кг/Гкал	Солома зерновых	296	294	292	290	288
	Солома рапса	302	298	293	289	285

Как видно из таблицы 3, зольность композитного топлива уменьшается, что способствует и уменьшению выбросов твердых частиц в атмосферный воздух. При этом величина низшей теплоты сгорания композитных образцов выше, чем у чистого торфа. В случае добавления соломы зерновых и соломы рапса к торфу наблюдается также тенденция снижения расхода топлива на производство тепловой энергии.

В настоящей работе также проведены исследования по определению способности растений, используемых после фиторемедиации, к прессованию для получения композитных топливных брикетов на основе торфа. Прессование исходного сырья осуществлялось на лабораторном прессе ПСУ-125. Перед прессованием производилось взвешивание исходного сырья. Масса навески сырья, засыпаемого в матрицу, составляла 20 г (10 г соломы зерновых и 10 г торфа или 10 г соломы рапса и 10 г торфа). Результаты эксперимента показали, что растения, используемые после фиторемедиации (солома зерновых и солома рапса), обладают способностью к прессованию и могут быть использованы в качестве компонентов для получения композитных топливных брикетов на основе торфа.

Основные сравнительные показатели использования композитных топливных брикетов и традиционных торфяных брикетов приведены в таблице 4.

Таблица 4. Сравнительная характеристика использования композитных и торфяных брикетов

Наименование показателя	Композитные брикеты (торф + солома зерновых, торф + солома рапса)	Торфяные брикеты
Низшая теплота сгорания рабочего топлива, МДж/кг	Выше	Стандартная
Зольность, %	Ниже	Стандартная
Эмиссия твердых частиц	Ниже	Стандартная
Удельный расход топлива, кг/Гкал	Ниже	Стандартная
Стоимость производства	Ниже за счет использования отходов	Стандартная
Плотность	Ниже	Стандартная
Сезонность сырья	Выше	Стандартная
Технологичность производства	Требуются доработки	Отработанная технология

Таким образом видим, что использование растений, полученных после фиторемедиации техногенно нарушенных земель, в качестве компонентов композитного топлива приводит к вовлечению их в хозяйственный оборот, а также снижает нагрузку на окружающую среду и способствует уменьшению потребления торфа.

#### Список литературы:

1. СТБ 2042-2010 Торф. Методы определения влаги и зольности.

---

2. ГОСТ 147-2013 Топливо твердое минеральное. Определение высшей теплоты сгорания и расчет низшей теплоты сгорания. – М., 2019. – 52 с.