

УДК 662.613

ОГИЕВИЧ В.В., ЛИТВИНА Л.М., ТИМОШЕНКО Е.А.,
учащиеся (УО «Национальный детский технопарк»),
Научные руководители: ЗЕЛЕНУХО Е.В., ст. преподаватель (БНТУ),
СКУРАТОВИЧ И.В., ст. преподаватель (БНТУ)
г. Минск

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗОЛЫ ОТ СЖИГАНИЯ ТВЕРДЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА

Согласно данным государственного кадастра отходов Республики Беларусь, в 2022 г. при сжигании торфа, дров и костры льна было образовано около 70 тыс. тонн отходов золы [1]. Большая часть зольного остатка была направлена на полигоны. В связи с этим обстоятельством актуальным является поиск научно обоснованных решений, способствующих использованию золы в различных отраслях народного хозяйства.

Для оценки возможных направлений использования золы, образующейся от сжигания различных видов твердого топлива, в работе проведены исследования по определению её физико-химических свойств. Анализируемые образцы были отобраны на промышленных и сельскохозяйственных предприятиях Республики Беларусь, которые в качестве топлива используют торф, дрова и отходы растениеводства (костра льна).

Определение гранулометрического состава анализируемых образцов золы проводили ситовым методом согласно ГОСТ 12536-2014 «Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состояния» [2]. Для проведения эксперимента использовали стандартный комплект сит, который состоял из шести сит с отверстиями диаметром 10; 5; 2; 0,9; 0,5; 0,25 мм. Методом квартования отбирали среднюю пробу каждого вида золы массой 100 г, помещали на верхнее сито (диаметром отверстий 10 мм) и просеивали с помощью легких боковых ударов ладонями рук до полной сортировки золы. Фракции золы, задержавшиеся на ситах, высypали, начиная с верхнего сита. Полноту просеивания фракций проверяли встряхиванием каждого сита над листом бумаги.

Результаты определения гранулометрического состава анализируемых проб золы приведены в таблице 1.

Для определения влажности проводили высушивание анализируемых образцов золы в сушильном шкафу с электрическим обогревом при температуре 105°C-110°C, а затем определяли потери массовой доли влаги [3]. Результаты определения влажности анализируемых образцов золы от сжигания твердых видов топлива представлены на рисунке 1.

Таблица 1. Результаты определения гранулометрического состава анализируемых проб золы

Наименование пробы	Диаметр отверстий сита, мм						
	более 10	10,0-5,0	5,0-2,0	2,0-0,9	0,9-0,5	0,5-0,25	менее 0,25
Масса фракции золы, г							
Торфяная зола	3,13	8,93	9,45	8,48	3,95	7,34	58,73
Древесная зола	0,00	0,00	0,50	0,63	12,24	43,53	43,11
Зола от сжигания отходов растениеводства (костра льна)	0,00	0,00	0,62	16,25	77,98	0,06	4,64

Как видно из таблицы 1, торфяная зола включает частицы всех фракций (от более чем 10 мм до менее чем 0,25 мм). В составе древесной золы более 80% приходится на частицы размером менее 0,5 мм. В гранулометрическом составе золы от сжигания костры преобладают фракции от 0,9 мм.

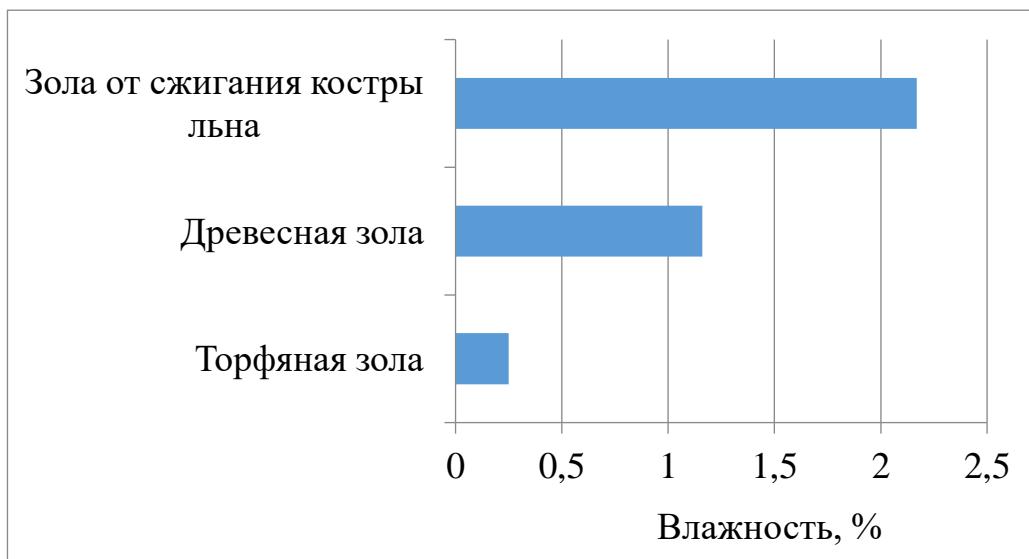


Рисунок 1. Результаты определения влажности золы от сжигания твердых видов топлива

Анализ данных, представленных на рисунке 1, показал, что наибольшая влажность характерна для золы от сжигания костры льна, наименьшая – для торфяной золы.

Также была определена насыпная плотность золы от сжигания твердых видов топлива. Для этого путем свободного наполнения заполняли мерный стакан золой до отметки 100 мл, после чего золу взвешивали на лабораторных весах.

Расчетным путем определили величину насыпной плотности анализируемых проб золы (таблица 2).

Таблица 2. Результаты определения насыпной плотности золы

Наименование пробы	Объем, мл	Масса пробы, г	Среднее значение массы пробы, г	Насыпная плотность, кг/м ³
Древесная зола	100	54,77	57,20	570
		59,62		
Торфяная зола	100	145,93	142,01	1420
		138,08		
Зола от сжигания отходов растениеводства (костра льна)	100	18,45	17,72	177
		16,98		

Как видно из таблицы 2, наибольшая насыпная плотность характерна для золы, образующейся при сжигании торфа. Наименьшая величина насыпной плотности характерна для золы от сжигания брикетов из костры льна.

Для определения кислотности различных видов золы первоначально были приготовлены водные вытяжки. Затем определялась кислотность (рН) водной вытяжки с использованием рН-метра.

Результаты определения рН анализируемых проб золы приведены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты определения рН анализируемых проб золы

Наименование пробы	рН		
	первое измерение	второе измерение	среднее значение
Торфяная зола	12,21	12,23	12,22
Древесная зола	10,71	10,69	10,70
Зола от сжигания отходов растениеводства (костра льна)	9,82	9,86	9,84

Как видно из таблицы 3, среднее значение рН торфяной золы составило 12,22; древесной золы – 10,7; золы от сжигания костры льна – 9,84. Для всех анализируемых образцов золы характерна щелочная среда.

Важным показателем при оценке возможных направлений использования золы является содержание в ней радионуклидов. По этой причине в работе были проведены исследования по определению удельной активности цезия-137, калия-40, радия-226, тория-232 в различных видах золы с использованием гамма-

радиометра РКГ-АТ1320. Экспериментальные данные удельной активности анализируемых проб золы приведены в таблице 4.

Расчетным путем определили удельную эффективную активность анализируемых проб золы по следующей формуле [4]:

$$A_{\text{м эф}} = A_{\text{Ra}226} + 1,31A_{\text{Th}232} + 0,085A_{\text{K}40} + 0,22A_{\text{Cs}137}$$

где A_{Ra} и A_{Th} – удельная активность ^{226}Ra и ^{232}Th , находящихся в равновесии с остальными членами уранового и ториевого ряда;

$A_{\text{K}40}$ – удельная активность ^{40}K ;

$A_{\text{Cs}137}$ – удельная активность ^{137}Cs (Бк/кг).

Таблица 4. Экспериментальные данные удельной активности анализируемых проб золы

Наименование пробы	Масса пробы, г	Cs-137	K-40	Ra-226	Th-232
Торфяная зола	1416	32,54	449,10	36,98	25,76
Древесная зола	737	34,70	402,00	44,66	14,77
Зола от сжигания отходов растениеводства (костра льна)	255	51,61	557,90	54,05	29,92

Результаты определения удельной эффективной активности анализируемых проб золы представлены на рисунке 2.

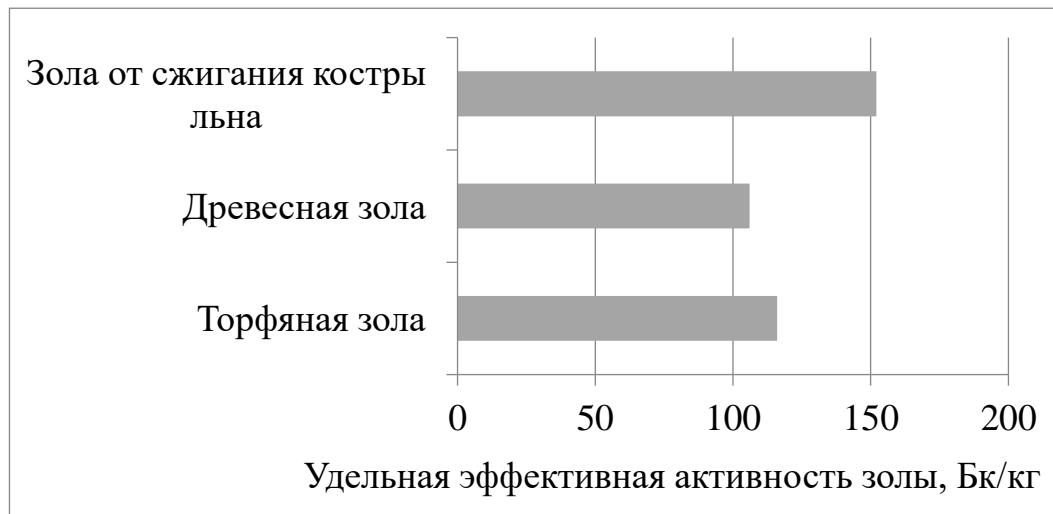


Рисунок 2. Результаты определения удельной эффективной активности анализируемых проб золы

Результаты исследования физико-химических свойств торфяной золы, древесной золы, золы от сжигания костры льна позволяют обосновать

возможность их использования как компонента, улучшающего качество почвы. Внесение золы уменьшит кислотность почвы, улучшит её структуру и не увеличит радиационную нагрузку, так как удельная эффективная активность исследуемых образцов золы соответствует нормам для удобрений. Анализ гранулометрического состава древесной золы и золы от сжигания торфа показал, что зола может использоваться в качестве компонента строительных материалов. Учитывая щелочные свойства золы, её применение возможно в химической промышленности, например, для производства электролитов.

Применение отходов золы в различных отраслях народного хозяйства будет способствовать снижению нагрузки на компоненты окружающей среды и сохранению природных ресурсов.

Список литературы:

1. Государственный кадастр отходов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ecoinfo.by>. – Дата доступа: 31.01.2024.
2. ГОСТ 12536-2014 «Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состояния».
3. СТБ 2042-2010 Торф. Методы определения влаги и зольности.
4. Р о л е в и ч И. В., М о р з а к Г. И., З е л е н у х о Е. В. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность: учебно-методическое пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности 1-57 01 02 «Экологический менеджмент и аудит в промышленности». - Минск, 2020. – 109 с.