

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОТХОДОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР, ПРИМЕНЯЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ БИОТОПЛИВА

**ИВАНОВ Андрей Сергеевич, ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья»
УСТИНОВ Николай Николаевич, ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья»**

Анализ объемов отходов зерна предприятий АПК муниципальных районов Тюменской области показал, что количество отходов более 500 тонн в год имеется в более чем 60 хозяйствах области, причем 16 из этих хозяйств располагают отходами более 2000 т/год. Определены гранулометрический состав, зольность, насыпная плотность биотоплива из отходов пшеницы, овса, ячменя и рапса. Наименьшая насыпная плотность у отходов ячменя и рапса 130–133 кг/м³. Малая насыпная плотность затрудняет накопление и транспортирование больших объемов топлива. Массовая доля сырой золы в пересчете на сухое вещество для исследуемых партий биотоплива составляет 6,42–16,17 %.

88

АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

5
2020

Рис. 1. Наличие отходов зерна в муниципальных районах Тюменской области

Введение. В настоящее время перспективным направлением, позволяющим решать экологические проблемы и утилизацию отходов, является процесс сжигания отходов растительного происхождения (биотоплива) в низкотемпературных вихревых топочных установках [7]. Основными факторами, стимулирующими применение отходов производства и переработки продукции растениеводства, являются: относительно меньшая удельная стоимость выработки энергии; их возобновляемость; снижение уровня вредного воздействия на человека и окружающую среду.

В соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов при производстве и переработке продукции растениеводства различают следующие виды отходов: отходы зерна, лузга масленичных и зерновых культур, отходы в результате дробления и сечки зерновых культур, отходы производства растительных масел и др. [6]. Все перечисленные виды отходов относятся к пятому классу практически неопасных отходов. Агрегатное состояние этих отходов – сыпучие материалы или пыль. Но, несмотря на это, к таким отходам

применяются требования санитарно-эпидемиологической безопасности. В Федеральном законе «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [5] обозначено, что растительные отходы необходимо собирать, транспортировать, обрабатывать, утилизировать, обезвреживать, а условия и способы выполнения этих операций должны быть безопасными для здоровья населения и среды обитания. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» не регламентирует специальных требований транспортирования отходов V класса опасности [7].

По данным департамента АПК Тюменской области, аграрные предприятия обладают значительным потенциалом по части применения отходов зерна, общее количество таких отходов составляет около 140 тыс. т в год. Выход отходов зерна при доработке на предприятиях составляет 5–13 % от бункерного веса. Наибольшее количество отходов зерна образуется в Ишимском, Заводоуковском, Упоровском, Исетском и Голышмановском районах, их доля в общем объеме отходов составляет более 50 % (рис. 1).

- Ишимский
- Заводоуковский
- Упоровский
- Исетский
- Голышмановский
- Казанский
- Омутинский
- Абатский
- Другие районы области





Рис. 2. Отходы рапса ООО «Заводоуковский маслозавод»



Рис. 3. Отходы пшеницы ООО «Ишимский комбинат хлебопродуктов»

Анализ объемов отходов зерна предприятий АПК муниципальных районов Тюменской области показал, что наибольшее количество отходов образуется на предприятиях по производству продукции растениеводческой продукции: ЗАО «Племзавод-Юбилейный» (около 8000 т/год), ООО «СП Голышмановское» (5000 т), ООО «Возрождение» (4000 т), ООО «АгроФирма КРиММ» (3800 т), ЗАО «Агрокомплекс Маяк» (2800 т). Количество отходов более 500 т/год имеется в более чем 60 хозяйствах области, причем 16 из этих хозяйств располагают отходами более 2000 т/год.

Для оценки возможности использования отходов производства и переработки продукции растениеводства в качестве биотоплива необходимо учитывать экологические аспекты и технические характеристики отходов зерна как биотоплива [3, 4]. Полученные данные необходимы для выбора технических средств и способов сжигания биотоплива.

Цель исследования – определение основных технических характеристик отходов зерновых культур для перспектив применения в качестве биотоплива.

Методика исследований. С учетом структуры отходов зерна в области и на предприятиях АПК, имеющих наибольший объем отходов, были отобраны пробные партии отходов зерна для определения их основных технических характеристик. Масса партии отходов каждого предприятия составляла от 600 до 1000 кг. Пробы из исследуемых образцов отходов представлены на рис. 2, 3.

В соответствии с действующими стандартами, основные технические характеристики биотоплива определяются гранулометрическим составом, зольностью, низшей теплотой горения топлива.

Определение гранулометрического состава отходов зерна осуществлялось в соответствии с ГОСТ 32989.1-2014 [1]. Насыпная плотность образцов отходов определялась по стандартной методике. Определение зольности отходов зерна осуществлялось в соответствии с ГОСТ 32988-2014 [2].

Результаты исследований. Результаты определения гранулометрического состава 6 партий образцов биотоплива представлены в табл. 1.

Наименьшая насыпная плотность у отходов ячменя и рапса 130–133 кг/м³ (табл. 2). Малая насыпная плотность затрудняет накопление и транспортирование больших объемов топлива.

Процесс сжигания исследуемых образцов биотоплива осуществлялся при свободном доступе окружающего воздуха и температуре 550 ± 10 °С. Остатки, полученные в результате сжигания, представлены на рис. 4, 5.

Результаты определения зольности образцов представлены в табл. 3. Представлены значения массовых долей исследуемых образцов биотоплива разных сельскохозяйственных предприятий.

Из табл. 3 видно, что массовая доля сырой золы в пересчете на сухое вещество для исследуемых партий биотоплива составляет 6,42–16,17 %.

В соответствии со стандартами определены технические характеристики отходов рапса ООО «Заводоуковский маслозавод» при различных значениях влажности (табл. 4).

Из табл. 4 видно, что значение низшей теплоты горения топлива существенно зависит от влажности отходов, что будет значительно влиять на стабильность процесса горения топлива.

Заключение. При производстве сельскохозяйственной продукции образуются такие отходы, как солома, лузга масленичных и зерновых



Таблица 1

Результаты исследования гранулометрического состава опытных образцов биотоплива

Название хозяйства	Состав биотоплива	Соотношение частей топлива, %	Фракционный состав, мм
Отходы рапса (ООО «Заводоуковский маслозавод»)	Стебли	62	50×3×3
	Семена сорных трав	19,24	1..3
	Крупная примесь (семенные шишки, сухие рапсовы стручки)	18,76	50×10×3
Лузга овса (ООО «ЮНИГРЕЙН»)	Лузга	100	6...10
Отходы ячменя (ООО «Заводоуковский элеватор»)	Шелуха ячменя	100	6...13
Отходы рапса (ООО «Агрофирма «КРимМ»)	Семена сорных трав	10,10	1..3
	Стебли	44,49	50×3×3
	Крупная примесь (сухие стручки рапсовые, семенные шишки)	45,41	40×6×3
Отходы пшеницы (ООО «Ишимский комбинат хлебопродуктов»)	Семена сорных трав	10,2	2..6
	Полова, сбоина	58,1	1...5
	Щуплые зерна пшеницы	3,4	4..6
	Крупная примесь	28,3	60×10×2
Отходы пшеницы (ЗАО «Племзавод-Юбилейный»)	Семена сорных трав	16,5	2..6
	Полова, сбоина	61,5	1...5
	Щуплые зерна пшеницы	2,5	4..6
	Крупная примесь	19,5	40×2×2

Таблица 2

Результаты исследования плотности образцов биотоплива

Образец отходов	Плотность образца, кг/м ³
Отходы рапса (ООО «Заводоуковский маслозавод»)	137
Лузга овса (ООО «ЮНИГРЕЙН»)	143
Отходы ячменя (ООО «Заводоуковский элеватор»)	130
Отходы рапса (ООО «Агрофирма «КРимМ»)	133
Отходы пшеницы (ООО «Ишимский комбинат хлебопродуктов»)	155
Отходы пшеницы (ЗАО «Племзавод-Юбилейный»)	143

Таблица 3

Результаты исследования зольности образцов

Наименование образца	Доля влаги, %	Доля сухого вещества, %	Доля сырой золы, %	Доля сырой золы в пересчете на сухое вещество, %
Отходы рапса (ООО «Заводоуковский маслозавод»)	10,79	89,20	9,81	10,99
Лузга овса (ООО «ЮНИГРЕЙН»)	10,48	89,51	5,75	6,42
Отходы ячменя (ООО «Заводоуковский элеватор»)	7,61	92,38	14,94	16,17
Отходы рапса (ООО «Агрофирма «КРимМ»)	18,64	81,35	6,42	7,89
Отходы пшеницы (ООО «Ишимский комбинат хлебопродуктов»)	10,11	89,88	9,69	10,78
Отходы пшеницы (ЗАО «Племзавод-Юбилейный»)	11,05	88,94	7,74	8,70





Рис. 4. Зола отходов рапса ООО «Заводоуковский маслозавод»

Таблица 4

Технические характеристики отходов рапса ООО «Заводоуковский маслозавод»

Техническая характеристика	Влажность, %		
	0	7,70	30,00
C, %	50,74	46,83	35,52
H, %	6,63	6,12	4,64
O, %	29,21	26,96	20,45
N, %	3,18	2,94	2,23
S, %	0,55	0,51	0,39
A-зольность, %	9,59	8,85	6,71
Cl	0,10	0,09	0,07
Низшая теплота сгорания $Q_{\text{низшая}}$, кДж/кг	20893,89	19102,03	13878,07



Рис. 5. Зола отходов пшеницы ООО «Ишимский комбинат хлебопродуктов»



культур, стержни початков кукурузы, отходы в результате дробления и сечки зерновых культур и др.

Отходы яровой и озимой пшеницы являются наибольшими по количеству в Тюменской области, на их долю приходится более 50 % всех отходов зерна. На отходы ячменя приходится 19,11 %, доля овса и рапса составляет 16,52 и 7,43 % соответственно. Эти отходы относятся к V классу практически неопасных отходов. Агрегатное состояние этих видов отходов – сыпучие материалы или пыль.

В результате исследования определены гранулометрический состав, зольность, насыпная плотность биотоплива из отходов пшеницы, овса, ячменя и рапса. Полученные данные необходимо учитывать при выборе технических средств и способов сжигания биотоплива.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 32989.1-2014 «Биотопливо твердое. Определение гранулометрического состава. Часть 1. Метод ситового анализа на качающихся ситах с размером отверстий 1 мм и более». – М.: Изд-во стандартов, 2015. – 16 с.
2. ГОСТ 32988-2014 «Биотопливо твердое. Определение зольности». – М.: Изд-во стандартов, 2015. – 14 с.
3. Курбанов К.К. Обоснование параметров и разработка топки на растительных отходах для зерносушилок сельскохозяйственного назначения: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2000. – 36 с.
4. Павлов С.А., Дадыко А.Н. Особенности сушки зерна при использовании топочных

блоков на твердом топливе // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2017. – № 4. – С. 9–13.

5. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 № 52-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481.

6. Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО 2017), утвержден Приказом Росприроднадзора от 22.05.2017 №242 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/542600531>.

7. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 N 89-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109.

8. Щуренко В.П. Разработка вихревых низкотемпературных топок и технологических схем огневой утилизации растительных отходов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Барнаул: Алтайский ГТУ им. И.И. Ползунова, 2004. – 20 с.

Иванов Андрей Сергеевич, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технические системы в АПК», ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья». Россия.

Устинов Николай Николаевич, канд. техн. наук, ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья». Россия.

625003, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Республики, 7.

Тел.: +79129225990.

Ключевые слова: биотопливо; теплогенератор; сушка зерна.

RESULTS OF RESEARCH OF TECHNICAL CHARACTERISTICS OF WASTE OF GRAIN CROPS USED AS BIOFUEL

Ivanov Andrey Sergeevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair “Technical Systems in Agriculture”, Northern Trans Ural State Agricultural University. Russia.

Ustinov Nikolay Nikolaevich, Candidate of Technical Sciences, Northern Trans Ural State Agricultural University. Russia.

Keywords: biofuel; heat generator; grain drying.

The analysis of the volume of grain waste in the context of agricultural enterprises of Tyumen showed that more than 64 farms in the region have the amount of

waste more than 500 tons per year, of which 16 farms with the amount of grain waste more than 2000 tons per year. The granulometric composition, ash content, bulk density of biofuels from waste of wheat, oats, barley and rapeseed were determined. The lowest bulk density of barley and rapeseed waste is 130–133 kg/m³. Low bulk density makes it difficult to accumulate and transport large volumes of fuel. When organizing the combustion of such dry plant waste, difficulties arise; they have an intensive removal of light burning particles from the furnace. The mass fraction of crude ash in terms of dry matter for the studied batches of biofuels is in the range of 6.42...16.17 %.

