

---

УДК 662.8

В.М. ИВАНОВА, студент гр. ЭМ-31 (АлтГТУ им. И.И. Ползунова)

А.В. КАПИШНИКОВ, аспирант гр. 0ФиА-12

(АлтГТУ им. И.И. Ползунова)

г. Барнаул

## КОФЕЙНЫЙ ЖМЫХ В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ВИДА ТОПЛИВА

### **Аннотация.**

Выявлены перспективы использования отработанного кофейного жмыха в качестве альтернативного топлива, преимущества и недостатки, а также сравнительный анализ с Бурым углём Раковского месторождения.

**Ключевые слова:** кофейный жмых, топливо, сжигание, альтернативное топливо.

В испытательную лабораторию топлива Алтайского Государственно-го Технического Университета поступил кофейный жмых для исследования характеристик топлива, таких как: зольность, выход летучих веществ, определение высшей теплоты сгорания и вычисление низшей теплоты сгорания.

Кофейный жмых представляет собой один из основных побочных продуктов, образующихся в процессе приготовления кофейных напитков, как в промышленных масштабах (на производственных линиях растворимого кофе), так и в сфере общественного питания (в кофейнях, ресторанах). Он состоит из твердых остатков перемолотых и спрессованных кофейных зерен после их экстракции горячей водой или паром. Несмотря на значительные объемы его образования по всему миру, кофейный жмых рассматривается как низкоценный отход и не находит системного применения в отраслях промышленности. Его химический состав, включающий остатки кофеина, дубильных веществ и высокую кислотность, ограничивает его использование в качестве кормовой добавки в сельском хозяйстве и животноводстве. Кроме того, при попадании в почву в больших количествах он может оказывать токсичное действие.

Вследствие этого основная масса сырья традиционно направляется в общий поток твердых коммунальных отходов (ТКО) с последующим захоронением на полигонах. Накопление данного вида отходов на свалках создает дополнительную экологическую нагрузку. Таким образом, кофейный жмых, являясь широкодоступным и возобновляемым ресурсом, не утилизируется рационально, что актуализирует поиск и разработку эффективных технологий его переработки и вовлечения в хозяйственный оборот.

В ходе данного испытания, были выявленные следующие характеристики топлива (Таблица 1).

Таблица 1  
Результаты исследования влажного кофейного жмыха

Наименование показателя, обозначение, единица измерения	Результат	Точность (сходимость)	
		фактически	по ГОСТ не более
Влажность аналитической пробы $W^a$ , %	7,2	0,07 % абс.	0,15 % абс.
Рабочая влага $W_t^r$ , %	56,8	0,07 % абс	0,15 % абс.
Зольность сухой массы $A^d$ , %	1,5	0,3 % абс.	0,3 % абс.
Зольность рабочей массы $A^r$ , %	1,6		
Содержание горючих веществ в сухой массе пробы $\Gamma$ , %	98,4	0,3 % абс.	0,3 % абс.
Выход летучих веществ из сухой беззольной массы $V^{daf}$ , %	76,6	0,5 % отн.	3,00 % отн.
Высшая теплота сгорания сухой беззольной массы $Q_s^{daf}$ , кДж/кг (ккал/кг)	23258 (5555)	$\Delta Q_s^d = 67$ кДж/кг	85 кДж/кг
Низшая теплота сгорания рабочего топлива $Q_i^r$ , кДж/кг (ккал/кг)	6315 (1508)		

На основе полученных данных заметим, что кофейный жмых без предварительной просушки имеет невысокие показатели теплоты сгора-

ния, поэтому рекомендуется использовать высушенный продукт.

Таблица 2

## Результаты исследования сухого кофейного жмыха

Наименование показателя, обозначение, единица измерения	Результат	Точность (сходимость)	
		фактически	по ГОСТ не более
Влажность аналитической пробы $W^a$ , %	7,2	0,07 % абс.	0,15 % абс.
Рабочая влага $W_t^r$ , %	7,2	0,07 % абс	0,15 % абс.
Зольность сухой массы $A^d$ , %	1,5	0,3 % абс.	0,3 % абс.
Зольность рабочей массы $A^r$ , %	1,6		
Содержание горючих веществ в сухой массе пробы $\Gamma$ , %	98,4	0,3 % абс.	0,3 % абс.
Выход летучих веществ из сухой беззольной массы $V^{daf}$ , %	76,6	0,5 % отн.	3,00 % отн.
Высшая теплота сгорания сухой беззольной массы $Q_s^{daf}$ , кДж/кг (ккал/кг)	23258 (5555)	$\Delta Q_s^d = 67$ кДж/кг	85 кДж/кг
Низшая теплота сгорания рабочего топлива $Q_i^r$ , кДж/кг (ккал/кг)	20703 (4945)		

Данные таблицы 2 сравнивались с аналогичными показателями бурого угля Раковского месторождения. Результаты показали, что кофейный жмых превосходит уголь по ряду ключевых параметров, делая его более эффективным видом топлива:

- зольность ниже (приблизительно в 17 раз), что значительно уменьшает количество отходов после сжигания и упрощает эксплуатации оборудования;

- более высокий выход летучих веществ указывает на лучшую способность к воспламенению и равномерному сгоранию;

- превосходящая в 2 раза низшая теплота сгорания обеспечивает большую выработку энергии при меньшем расходе топлива.

Таблица 3

## Физико-химические показатели Раковского бурого угля

Бассейн, месторождение	Марка	Класс или продукт обогащения	Рабочая масса топлива, состав, %								$Q_i^r$ , МДж/кг	Низшая теплота сгорания	$A^d$ , %	Зольность на сухую массу	$W^{gu}$ , %	Влага гигроскопическая	$V^{daf}$ , %	Выход летучих	$Q^{daf}$ , МДж/кг	Теплота сгорания по бомбе
			$W_t^r$	$A^r$	$C^r$	$H^r$	$N^r$	$O^r$												
Рако- вское	1Б	Р	43.0	14.8	28.9	2.3	0.4	10.3	9.96	26.0	10.5	54.0	27.59							

Благодаря таким показателям, кофейный жмых целесообразно применять в качестве альтернативного источника энергии. Это особенно актуально, учитывая его доступность и значительные запасы вблизи производств кофейной индустрии. Предприятие (например, крупная кофейная обжарочная фабрика) может частично или полностью обеспечить свои энергетические потребности (отопление, горячее водоснабжение) за счет собственных отходов. Одним из примеров применения могут стать твердотопливные водогрейные котлы малой мощности с ретортной топкой, такие как КС-ТГВ-12,5А. Аналогичные устройства позволяют эффективно сжигать органические сыпучие материалы, без необходимости частых остановок для чистки от зольных остатков. Таким образом, эксплуатация оборудования становится проще и экономичнее.

Особенно перспективной выглядит возможность использования кофейного жмыха совместно с традиционными видами топлива, такими как уголь. Смешивание может позволить улучшить общие характеристики горения, увеличивая тепловую отдачу и снижая выбросы вредных веществ в атмосферу. Также это положительно скажется на экономических и эколо-

гических показателях. Стоимость топлива снизится благодаря доступности сырья, его использование исключает затраты на транспортировку и захоронение на полигонах. Кофейный жмых обладает высокой кислотностью. При захоронении в больших количествах эти вещества в процессе разложения вымываются осадками, формируя высококонцентрированный фильтрат, который впоследствии закисляет и загрязнет почву. Сжигание полностью устраниет данный риск.

**Список литературы:**

1. Жуков, Е.Б., Меняев, К.В. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине “Физико-химические свойства и подготовка к сжиганию органических топлив” для студентов направления 141100 «Энергетическое машиностроение» /Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Издательство АлтГТУ, 2013. – с.60.
2. Меняев, К.В., Методы испытания углей: учебное пособие / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014. – 63 с.
3. Фурсов, И. Д. Конструирование и тепловой расчет паровых котлов: учебное пособие / И. Д. Фурсов; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – 4-е изд. перераб. и доп. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2016. – 297 с.

**Информация об авторах:**

Капишников Артем Витальевич, аспирант гр. 0ФиА-12, старший преподаватель, АлтГТУ им. И.И. Ползунова, 656038, г. Барнаул, пр. Ленина, д. 46, timonzarj@yandex.ru

Иванова Вероника Максимовна, студент 3 курса, гр. ЭМ-31, АлтГТУ им. И.И. Ползунова, 656038, г. Барнаул, пр. Ленина, д. 46, nica2005@mail.ru