

Оценка эффективности применения отходов переработки зерновых культур в качестве биотоплива для сушки зерна

А.С. Иванов, к.т.н., Н.Н. Устинов, к.т.н., ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

На современном этапе развития жизнедеятельности человека актуальным направлением является ресурсосбережение, в том числе это касается и топливно-энергетических ресурсов. Для эффективного развития данного направления необходимо учитывать следующие критерии: решения должны быть социально приемлемы, технически осуществимы и экономически обоснованы.

Агропромышленный комплекс Тюменской области обладает в настоящее время значительным энергетическим потенциалом для реализации технологий ресурсосбережения и при этом ещё является крупным потребителем топливно-энергетических ресурсов. По оценке специалистов департамента ЖКХ Тюменской области, на долю сельского хозяйства приходится более 2 % конечного потребления топливно-энергетических ресурсов.

В структуре себестоимости сельскохозяйственной продукции современных предприятий затраты на топливно-энергетические ресурсы составляют от 12 до 30 %, что оказывает существенное влияние как на экономику отрасли, так и на социально-экономические показатели отрасли в целом. Это являлось одной из причин того, что в Тюменской области было принято постановление правительства Тюменской области от

22 декабря 2014 года № 662-П «Об утверждении государственной программы Тюменской области «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности до 2020 года» [1], целью которого является повысить энергоэффективность предприятий для обеспечения снижения энергоёмкости валового продукта Тюменской области.

Одним из направлений рационального использования энергоресурсов в аграрном секторе является структурированная экономия таких ресурсов в сельском хозяйстве [2]. Внедрение технологий с более доступными и дешёвыми видами энергоресурсов, например, таких как отходы сельскохозяйственного производства (биотопливо), позволит существенно снизить предприятиям конечную стоимость продукции [3–5]. Первичным источником биомассы являются сельскохозяйственные культуры. Биотопливо различного вида имеется практически во всех сельскохозяйственных предприятиях, поэтому становится возможным его использование в качестве источника энергии и топлива путём применения специального оборудования.

Цель исследования – обоснование эффективности использования теплогенерирующей установки, работающей на отходах переработки зерновых культур (биотопливе), для сушки зерна.

Материал и методы исследования. В нашем проекте установлена твёрдотопливная теплогенерирующая установка в линию сушки зерна мощностью 2 МВт, работающая на био-

топливе (рис. 1). Производительность установки 563 кг/ч. Это позволило сократить расход топлива на сушку зерна и повысить эффективность работы зерносушильного комплекса в целом.



Рис. 1 – Участок подключения теплогенератора к сушилке в ООО «Заводоуковский масло-завод» (Тюменская область, Россия)

Расчёт экономической эффективности применения оборудования для утилизации отходов зерна проводился на основании действующей нормативной документации и государственных стандартов [6]. Данные о расходе топлива и производительности сравниваемых вариантов установок для сушки зерна приведены в таблице 1.

Объём финансирования (капитальные вложения) по проекту составил 4585738 руб.

Величину капитальных вложений в оборудование для утилизации отходов зерна можно определить с помощью расчётно-конструктивного метода, основанного на статистических данных о затратах на проектирование и сооружение установок, а также сведениях о стоимости на отдельные узлы и агрегаты установки:

$$K_B = K_C + K_{TY} + K_{CH} + M, \text{ руб.}, \quad (1)$$

где K_B – величина капитальных вложений, руб.;

K_C – капиталовложения в автоматический топливный склад, руб.;

K_{TY} – капиталовложения в твердотопливный теплогенератор 2МВт с системой подачи, руб.;

K_{CH} – капиталовложения в автоматическую систему искрообнаружения и искрогашения, руб.;

M – затраты на монтаж и пусконаладку, руб.

Используя этот метод, на начальном этапе осуществляется сбор необходимой информации, далее рассчитывается величина капитальных вложений по каждому элементу установки (табл. 2).

Эксплуатационные затраты рассчитываются по следующей формуле:

$$Z_o = Z_m + Z_{OT} + Z_{CH} + A + Z_{PR}, \text{ руб.}, \quad (2)$$

где Z_o – годовые эксплуатационные затраты, руб.;

Z_m – материальные затраты, руб.;

Z_{OT} – затраты на оплату труда, руб.;

Z_{CH} – затраты на отчисления, руб.;

A – затраты на амортизацию, руб.;

Z_{PR} – прочие затраты, руб.

Рассмотрим последовательность расчёта отдельных составляющих элементов затрат на эксплуатацию оборудования.

1. Материальные затраты

В данном случае к элементу материальных затрат будут относиться смазочные материалы и электроэнергия. Общая сумма материальных затрат будет зависеть от цен и тарифов и количества израсходованных материалов.

2. Заработная плата

Заработная плата персонала, задействованного в технологическом процессе сушки зерна, рассчитывается по следующей зависимости:

$$Z_{OT} = \sum_1^N (T_{OPi} + D_{Oi} + PR_i), \text{ руб.}, \quad (3)$$

где T_{OPi} – основная (тарифицированная) оплата труда, руб.;

D_{Oi} – дополнительная оплата труда за ночное время, руб.;

PR_i – размер премиальных, руб.;

N – количество сотрудников.

1. Показатели работы установок для сушки зерна

Показатель	Базовая сушилка Сибирь-100	Модернизированная сушилка с теплогенератором	Изменение показателя (+, -)
Расход топлива, т.ч.:			
– газ природный, м ³	368640	–	–368640
– биотопливо, т	–	865	+865
Часовая производительность, т/час	32	40	+8

2. Результаты расчета капитальных вложений на модернизацию установки для сушки зерна

Оборудование	Количество, шт.	Общая стоимость, руб.
Автоматический топливный склад (K_C)	1	995 000
Твердотопливный теплогенератор 2 МВт с системой подачи (K_{TY})	1	2 430 000
Автоматическая система искрообнаружения и искрогашения (насос станции повышения давления) (K_{CH})	1	633 176
Затраты на монтаж и пусконаладку (M)	13 %	527 562
Итого величина капитальных вложений		4 585 738

Занимаемая должность, уровень квалификации конкретного сотрудника, а также количество часов работы за сезон и районного коэффициента (15 %) будут влиять на итоговую оплату труда:

$$T_{\text{ОП}} = T_3 \times Ч_С \times 1,15, \text{ руб.}, \quad (4)$$

где T_3 – фонд отработанного рабочего времени за сезон, ч;

$Ч_С$ – часовая тарифная ставка, руб.

3. Отчисления на социальные нужды

Их следует определять в соответствии с установленной величиной отчислений во внебюджетные фонды:

$$З_{\text{СН}} = З_{\text{от}} \times k_О, \text{ руб.}, \quad (5)$$

где $k_О$ – коэффициент, учитывающий отчисления во внебюджетные фонды (30,2 %).

4. Затраты на амортизацию

Амортизационные отчисления определяем по формуле:

$$A_О = \frac{K_в \cdot N_a}{100}, \text{ руб.}, \quad (6)$$

где $K_в$ – балансовая стоимость (капиталовложения) оборудования, руб.;

N_a – норматив годовых амортизационных отчислений по оборудованию, %.

5. Прочие затраты

К этому элементу относятся затраты на оплату процентов по кредиту, затраты на командировки, на подготовку и переподготовку кадров, расходы на охрану труда и технику безопасности и другие затраты, входящие в себестоимость продукции.

Резервный фонд на проведение технического обслуживания и ремонта зданий, дополнительных сооружений, технологического оборудования и средств автоматизации вычисляются аналогично амортизационным отчислениям в соответствии с годовыми нормами отчисления на эти цели. Их величина определяется по формуле:

$$З_{\text{ТО}} = \frac{K_в \cdot N_{\text{ТО}}}{100}, \text{ руб.}, \quad (7)$$

где $N_{\text{ТО}}$ – годовая норма отчислений на ремонт и техническое обслуживание, %.

Результаты исследования. Рассмотрим данные для определения эксплуатационных расходов модернизированной сушильной установки на примере ООО «Заводоуковский маслозавод», а также сравним эксплуатационные затраты на работу установок для сушки зерна (табл. 3, 4).

Результаты расчёта эксплуатационных затрат на работу установок для сушки зерна представлены в таблице 4.

3. Исходные данные для определения эксплуатационных расходов модернизированной сушильной установки (на примере ООО «Заводоуковский маслозавод»)

Показатель	Значение
Исходные данные:	
Количество зерна, предназначенного для сушки, т	61440
Часовая производительность установки, т/ч	40
Количество необходимого сырья, т	865
Потребляемая электрическая мощность установки, кВт/час	35,3
Часовая тарифная ставка обслуживающего персонала, руб/час	280
Количество обслуживающего персонала, чел.	3
Продолжительность смены, час.	12
Норма годовых амортизационных отчислений, %	–
– автоматический топливный склад	10
– твердотопливный теплогенератор 2 МВт с системой подачи	10
– автоматическая система искробнаружения и искрогашения (насос станции повышения давления)	15
Норма годовых отчислений на ремонт и техническое обслуживание, %	–
– автоматический топливный склад	2,5
– твердотопливный теплогенератор 2 МВт с системой подачи	3,7
– автоматическая система искробнаружения и искрогашения (насос станции повышения давления)	3,75

4. Эксплуатационные затраты на работу установок для сушки зерна

Показатель	Базовая сушилка Сибирь-100		Модернизированная сушилка		Изменение (+, –)
	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	
Материальные затраты	1726	57	276	17	–1450
Заработная плата	765	25	583	36	–182
Отчисления на социальные нужды	240	8	176	10	–64
Амортизация	89	4	437	26	348
Прочие расходы	184	6	160	11	–24
Итого	3004	100	1632	100	–1372

Годовой экономический эффект от эксплуатации модернизированной зерносушильной установки формируется за счёт экономии эксплуатационных затрат, а также экономии средств, возникшей из-за отсутствия необходимости уплаты налоговых платежей на отходы от очистки зерна и вывоза отходов на полигон ТБО (табл. 5).

5. Расходы, связанные с утилизацией отходов при эксплуатации базового варианта установки для сушки зерна

Показатель	Количество	Сумма, тыс. руб.
Погрузка отходов, м ³	3420	30,68
Вывоз отходов, м ³	3420	95,69
Утилизация отходов, м ³	3420	107,76
Налоговые платежи, ед.	1	80,0
Итого	-	314,13

Показатели сравнительной экономической эффективности включают расчёты годового экономического эффекта и срока окупаемости капитальных вложений (табл. 6).

Выводы. При производстве и переработке продукции растениеводства образуются различные виды отходов: зерноотходы, лузга зерновых культур, лузга масличных культур, отходы производства растительных масел, отходы от дробленки и сечки зерновых культур.

Эффективным мероприятием по утилизации таких отходов является их сжигание в вихревых теплогенераторах, обеспечивая при этом экономии традиционного полива при сушке зерна.

Определена экономическая эффективность работы теплогенераторов на биотопливе из отходов зерна на примере ООО «Заводоуковский маслозавод». Установлено, что при капитальных

6. Показатели сравнительной экономической эффективности установок для сушки зерна

Показатель	Базовая сушилка Сибирь-100	Модернизированная сушилка	Изменение (+, -)
Суммарные денежные затраты на единицу продукции, руб/т	49	27	-22
Затраты труда, чел.-ч./т	0,04	0,03	-0,01
Годовой экономический эффект, тыс. руб.	-	1689	+1689
Капитальные вложения, тыс. руб.	-	4586	+4586
Срок окупаемости капитальных вложений, тыс. руб.	-	2,7	-

вложениях на внедрение установки 4585738 руб., годовой экономический эффект от модернизации зерносушильной установки на предприятии составил свыше 1,6 млн руб., срок окупаемости дополнительных капитальных вложений при этом составляет 2,7 года.

Литература

1. Постановление правительства Тюменской области от 22 декабря 2014 года № 662-П «Об утверждении государственной программы Тюменской области «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности до 2020 года» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/21728987/>.
2. Инновационные технологии получения энергии из отходов сельского и лесного хозяйства: науч. изд. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. 136 с.
3. Павлов С.А., Дадыко А.Н. Особенности сушки зерна при использовании топочных блоков на твёрдом топливе // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2017. № 4. С. 9–13.
4. Щуренко В.П. Разработка вихревых низкотемпературных топков и технологических схем огневой утилизации растительных отходов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Барнаул: Алтайский ГТУ им. И.И. Ползунова, 2004. 20 с.
5. Курбанов К.К. Обоснование параметров и разработка топки на растительных отходах для зерносушилок сельскохозяйственного назначения: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М.: Всерос. НИИ МСХ (ВИМ), 2000. 36 с.
6. ГОСТ Р 53056-2008. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. М.: Стандартинформ: [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200068708>