

Литература

1. Дует, Л. Кормление основных видов сельскохозяйственных животных / Л. Дует, М. Витгман. – Винница: Новая книга, 2003. – 384 с.
2. Зафрен, С.В. Технология приготовления кормов / С.В. Зафрен. – М.: Колос, 1975. – 240 с.
3. Технологии и техническое обеспечение производства высококачественных кормов: рекомендации / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», РНДУП «Институт мелиорации». – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2013. – 74 с.

УДК 662.638:620.952

В.Н. Дашков, В.В. Поддубицкий
(УО «БГАТУ»,
г. Минск, Республика Беларусь)

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕСТНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Введение

С увеличением производства зерна пропорционально растет и количество топлива, необходимое для его сушки. Так, для сушки одной плановой тонны зерна требуется затратить 80 кВт тепловой энергии, это соответствует расходу 6 кг дизельного топлива. С учетом увеличения цен на углеводородное топливо в условиях Республики Беларусь весьма перспективна его замена на местные виды топлива: торф, дрова и отходы деревообработки, солому.

Основная часть

Сушка является одной из наиболее энергоемких составляющих технологии производства зерна. Особенно актуальна эта проблема для Республики Беларусь, расположенной в зоне рискованного земледелия, для которого характерно ограничение периода уборки при зачастую неблагоприятных погодных условиях. Одним из путей повышения эффективности зернового производства является снижение затрат на энергоносители для сушки.

В таблице 2 представлено сравнение энергетической ценности и стоимости традиционных видов топлива, таких как природный газ и дизельное топливо, и местных – щепы, соломы и торфа.

Рассмотрим некоторые параметры местных видов топлива, имеющих на территории Беларуси.

Торф. В республике разведано [1] более 9000 торфяных месторождений общей площадью в границах промышленной глубины залежи 2,54 млн га с первоначальными запасами торфа 5,65 млрд т. К настоя-

шему времени оставшиеся геологические запасы оцениваются в 4,3 млрд *t*, что составляет 75 % от первоначальных.

Основные запасы торфа залегают в месторождениях, используемых сельским хозяйством (1,7 млрд *t*, или 39 % оставшихся запасов) или отнесенных к природоохранным объектам (1,6 млрд *t*, или 37 %). Ресурсы торфа, отнесенные в разрабатываемый фонд, оцениваются в 260 млн *t*, что составляет 6 % оставшихся запасов. Извлекаемые при разработке месторождений запасы оцениваются в 110–140 млн *t*.

Потребителем этого топлива является преимущественно коммунально-бытовой сектор. Для увеличения объемов добычи торфа требуются подготовка 2910 га новых площадей торфяных месторождений и закупка дополнительного технологического оборудования для добычи и транспортировки.

Таблица 2 – Сравнение энергетической ценности и стоимости различных видов топлива

Вид топлива	Теплотворная способность		Тепловой эквивалент в сравнении с газом	Необходимо для сушки 1 <i>мл.т.</i>	Необходимо для сушки 1000 <i>мл.т.</i>	Цена* топлива, руб.	Стоимость сушки 1000 <i>мл.т.</i> , руб.	Расходы на весь топливо на весь сезон, млн руб.
	МДж/кг	кКал/кг						
Природный газ	41	9800	1	6 <i>м³</i>	6000 <i>м³</i>	2700 (<i>м³</i>)	16200000	243
Дизельное топливо	42,2	10800	1,028	6 <i>кг</i>	6000 <i>кг</i>	8150 (<i>кг</i>)	48900000	733,5
Солома (W = 20 %)	14,2	3390	0,345	17,34 <i>кг</i>	17340 <i>кг</i>	80 (<i>кг</i>)	1387000	20,8
Щепа (W = 40 %)	10,2	2440	0,248	24,19 <i>кг</i>	24190 <i>кг</i>	450 (<i>кг</i>)	10885500	163,28
Торф фрезерный (W = 40 %)	10	2386	0,243	24,69 <i>кг</i>	24690 <i>кг</i>	180 (<i>кг</i>)	4444200	66,66
Торф брикетный	19,3	4606	0,47	12,76 <i>кг</i>	12760 <i>кг</i>	480 (<i>кг</i>)	6124800	91,872

* В ценах на 31.08.2013 г.

В 2011 году было добыто 3,164 млн *t* торфа, из которого произведено 1,359 млн *t* торфяных брикетов (торфяные брикеты главным образом реализуются населению).

Ожидаемое существенное увеличение объемов добычи торфа к 2015 году потребует выделения под торфоразработки дополнительных площадей во всех регионах страны, что повлечет за собой осушение болот и вывод части сельскохозяйственных земель из обращения.

Также нужно помнить, что торф не является возобновляемым видом топлива, и его запасы исчерпаемы.

Дрова и отходы деревообработки. В целом по республике годовой объем централизованных заготовок дров и отходов лесопиления составляет около 0,94–1,00 млн *т* условного топлива (далее УТ)**. Часть дров поступает населению за счет самозаготовок, объем которых оценивается на уровне 0,3–0,4 млн *т* УТ.

Предельные возможности республики по использованию дров в качестве топлива можно определить исходя из естественного годового прироста древесины, который приближенно оценивается в 25 млн *м*³, или 6,6 млн *т* УТ в год (если сжигать все, что прирастает), в том числе в загрязненных районах Гомельской области – 20 тыс. *м*³, или 5,3 тыс. *т* УТ.

В 2012 году было заготовлено 8,4 млн *м*³ древесины, из них переработано и продано 5,34 млн *м*³, а оставшиеся 3,06 млн *м*³, или 0,8 млн *т* УТ, возможно использовать в качестве топлива. В 2013 году планируется заготовить 10,4 млн *м*³ древесины, что на 6,6 % больше, чем в 2012 году. Прогнозируемый годовой объем древесного топлива к 2015 г. может возрасти до 1,9–2 млн *т* УТ.

Для получения тепловой энергии из древесины используют щепу, опилки, дрова, древесные брикеты и гранулы (пеллеты).

Наиболее распространены в АПК установки, работающие на дровах и щепе, однако более эффективным способом является использование древесных пеллет и брикетов. Получение брикетов и пеллет связано с дополнительной затратой энергии и технологической сложностью, что сказывается на стоимости готовой продукции.

Солома. Площадь пашни в Республике Беларусь составляет 5761 тыс. *га*, или примерно 28 % от общей площади территории.

В 2013 году (по данным БелТА) яровыми зерновыми, зернобобовыми и рапсом засеяно 2629 тыс. *га* площади. С учетом средней урожайности соломы, оцениваемой в 22–26 *ц/га* (в зависимости от культуры), общее количество соломы при уборке яровых культур приблизительно равно 7 млн *т*.

Существует 4 способа получения тепловой энергии (сжигания) соломы:

1. Сжигание топливных гранул (пеллет).
2. Сжигание предварительно измельченной соломы.
3. Сжигание рулонов и тюков целиком.
4. Сжигание соломы россыпью.

** УСЛОВНОЕ ТОПЛИВО, принятая при технико-экономических расчетах единица, служащая для сопоставления тепловой ценности различных видов органического топлива. Теплота сгорания 1 *кг* твердого условного топлива (или 1 *м*³ газообразного) равна 29,3 *МДж* (7000 *ккал*).

Первый способ наиболее эффективен по получению тепловой энергии и экономии топлива, но в то же время и самый дорогостоящий и энергозатратный. В республике существует всего 2 предприятия, производящих пеллеты из соломы. Их продукция достаточно дорогостоящая – 120–150 \$ за тонну готовой продукции, а объемы выпуска пеллет недостаточны для удовлетворения потребности АПК. В данный момент на территории Республики Беларусь не производится котлов на соломенных пеллетах для нужд сельского хозяйства.

Второй способ наиболее перспективен, так как позволяет контролировать процесс горения соломы и количество подаваемого воздуха в топку, что способствует снижению энергозатрат на процесс сжигания соломы. Измельченная солома равномерно подается в топку тонким слоем, где происходит предварительное высушивание соломы, а лишь затем – ее сгорание, то есть колебание влажности и плотности практически исключено, что предотвращает колебания тепловой мощности воздухонагревателя. На сегодняшний день на территории Республики Беларусь воздухонагреватель на измельченной соломе специально для сельскохозяйственных нужд (в основном для сушки зерна и обогрева производственных помещений) разрабатывает только «ОАО «Амкодор» – управляющая компания холдинга». Но данный способ широко распространен в Польше [2], а технологическая линия измельчения и подачи может использоваться как часть линии для получения пеллет.

Третий способ – наиболее распространенный – заключается в сжигании рулонов и/или тюков прессованной соломы целиком. У данного способа есть ряд недостатков: во-первых, рулоны имеют большой диаметр, а, следовательно, топка также имеет большие габариты, что увеличивает металлоемкость конструкции и значительно повышает ее стоимость; во-вторых, при сжигании рулонов и тюков соломы целиком возникают значительные колебания в тепловой мощности воздухонагревателей вследствие неравномерной влажности и плотности слоев спрессованной соломы; в третьих, для загрузки рулонов необходимо привлекать дополнительную погрузочную технику (например, «Амкодор-342»), а это, в свою очередь, влечет увеличение расходов. Но главным недостатком данного способа является невозможность получить большую тепловую мощность в минимальных габаритных и весовых параметрах топков.

В Республике Беларусь производится ряд воздухонагревателей, использующих рулоны и тюки целиком. Самый известный – воздухонагреватель на соломе ВНС-1,5 производства ОАО «Агрокомплект» (рисунок 1).

Четвертый способ на практике не применяется, так как существует ряд сложностей при загрузке слоя соломы, а также при сборе и транспортировке соломы к месту сжигания. Складирование соломы россы-

пью у работающего воздухонагревателя пожароопасно и невозможно ввиду отсутствия достаточного места.



Рисунок 1 – Воздухонагреватель ВНС-1,5

Солома по элементному составу (таблица 3) ненамного уступает древесине, хотя температура сгорания соломы все же ниже.

Таблица 3 – Элементный состав сухой соломы, древесины и характеристики золы

Наименование элемента	Сухая солома	Древесина
Углерод (С), %	42–47	47–51
Водород (Н), %	5,1–6,0	5,7–6,3
Азот (N), %	0,4–6,0	0,5–2,3
Кислород (O), %	39,1–43,8	39–44
Сера (S), %	0,01–0,13	0,05
Хлор (Cl), %	0,14–0,97	<0,01
Зола, масс. %	3,8–12,2	0,5–4,0

Недостатками соломы являются повышенная зольность и склонность к шлакообразованию, что требует поиска оптимального способа сжигания и соответствующих особенностей конструкции топочного устройства.

Вместе с тем с учетом обычной влажности (ниже 20 %) солома превосходит по теплоте сгорания древесную щепу (таблица 4), которая в настоящее время получает широкое распространение в западных странах, России, а также в Республике Беларусь.

Таблица 4 – Зольность и теплота сгорания соломы различных зерновых культур

Зерновые культуры	Зольность на сухую массу	Нижняя теплота сгорания, МДж/кг, при влажности 20 %
Рожь	4,5	13,6
Пшеница	6,5	13,8
Ячмень	4,5–5,9	13,4
Овес	4,9	12,9
Солома в среднем	5	13,5

В таблице 5 приведена сравнительная технико-экономическая характеристика местных видов топлива.

Таблица 5 – Теплофизические свойства твердого топлива [2, 3, 4]

Виды топлива	Влажность, %	Низшая теплотворная способность, МДж/кг	Насыпная плотность, кг/м ³	Золосодержание в сухом веществе, %
Щепа из стволовой древесины	45–55	6–9	350–400	1–3
Щепа от целых деревьев	50–65	6–9	350–450	1–2
Кора мягких пород дерева	10–50	6–9	370–440	1–3
Дрова	30–60	5–15	300–330	1
Щепа от лесозаготовки	45–60	9–15	200–350	0,4–1
Щепа от отходов лесопиления	45–60	6–10	350–420	0,5–2
Опилки	45–60	6–10	200–350	0,4–0,5
Строгальные стружки	5–15	13–16	80–120	0,4–0,5
Древесная пыль	5–15	15–17	100–150	0,4–0,8
Древесные брикеты	8–12	16–18	1000–1200	1
Топливные гранулы	8–10	16,8–23,7	630–730	0,5–1
Торф фрезерный	40–60	9–12	200–350	15–25
Кусковой торф	35–50	10–15	150–250	1–10
Брикеты торфа	8–12	14,6–21,5	350–420	2–18
Прессованная солома		14,8	150–400	4,6–6,5
Соломенные гранулы (пеллеты)	8–12	16,5		3–6

Наиболее перспективным направлением применения местных видов топлива в современной энергетике АПК является использование древесины и соломы. Но в отличие от древесины, для восстановления которой необходимо много лет, солому получают каждый год в практически одинаковых объемах, причем примерно 50 % получаемой соломы не востребованы [5]. Получение, транспортировка и обработка соломы также дешевле, имеют более высокую степень механизации, чем получение, обработка и транспортировка древесины. Важным преимуществом для сельскохозяйственных организаций является отсутствие необходимости оплаты за приобретение соломы как сопутствующего продукта при производстве зерна.

Заключение

1. Солома является наиболее перспективным и дешевым видом местного топлива, поэтому необходимо уделить больше внимания разработке новых тепловых агрегатов для АПК, работающих на соломе.
2. Проанализировав способы использования соломы, можно отметить, что наиболее перспективным является использование измельченной

соломы, так как это дешевле, чем использование пеллет, а развиваемая тепловая мощность может достигать параметров агрегатов, работающих на природном газе и дизельном топливе, около 2 МВт, что значительно больше, чем у агрегатов при сжигании рулонов и тюков целиком.

04.10.13

Литература

1. Использование местных видов топлива в сельскохозяйственном производстве Республики Беларусь / В.П. Чеботарев [и др.] // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 21–22 октября 2009 г. / Национальная академия наук Беларуси, Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2009. – Т. 2. – С. 33–37.
2. Grzybek, A. Soloma energetyczne paliwo / A. Grzybek, P. Gradziuk, K. Kowalczyk. – Warszawa: WiesJutra, 2002 – S. 71.
3. Вавилов, А.В. Брикетты из возобновляемых биоэнергосточников / А.В. Вавилов. – Минск: Стринко, 2013. – С. 76: ил.
4. Вавилов, А.В. Пеллеты в Беларуси: производство и получение энергии / А.В. Вавилов. – Минск: Стринко, 2012. – 162 с.: ил.
5. Сравнительный анализ местных видов топлива / В.П. Чеботарев [и др.] // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 17–19 октября 2007 г. – Минск, 2007. – Т.2. – С. 214–218.

УДК 620.91

В.О. Китиков, С.Л. Романов

(РУП «НППЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь)

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Введение

Начиная с 2010 г. в мире прогнозируется интенсивное снижение потребления углеводородных источников энергии, которое будет компенсироваться за счет возобновляемых источников энергии (ВИЭ), доля которых в общем энергобалансе достигнет 50 %. Вступившей в силу в июне 2009 г. Директивой Европейского парламента и Совета по стимулированию использования энергии из возобновляемых источников предусматривается довести к 2020 г. долю энергии от возобновляемых источников до 20 % [1].