

УДК 631.365.22:662.636.3

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

**В.В. Поддубицкий<sup>1</sup>, В.Н. Дашков<sup>1</sup>, д.т.н., профессор,  
В.П. Чеботарев<sup>2</sup>, д.т.н., доцент**

<sup>1</sup>ГП «Институт энергетики НАН Беларуси»,

<sup>2</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь

### Введение

Основной технологической операцией, при получении продовольственного и фуражного зерна, семенной кукурузы и рапса является сушка [1]. Именно своевременная сушка влияет на качество получаемого продукта. Долгое время отечественные производители зерносушильных комплексов использовали в своих изделиях воздухонагреватели, работающие на природном газу или жидком топливе. Однако, в связи с энергетическим кризисом в мире и Республике Беларусь в частности, возникла необходимость применения в воздухонагревателях зерносушилок дешевого, доступного, а главное возобновляемого твердого топлива на основе отходов деревообработки и растениеводства, таких как дрова, древесная щепа и солома.

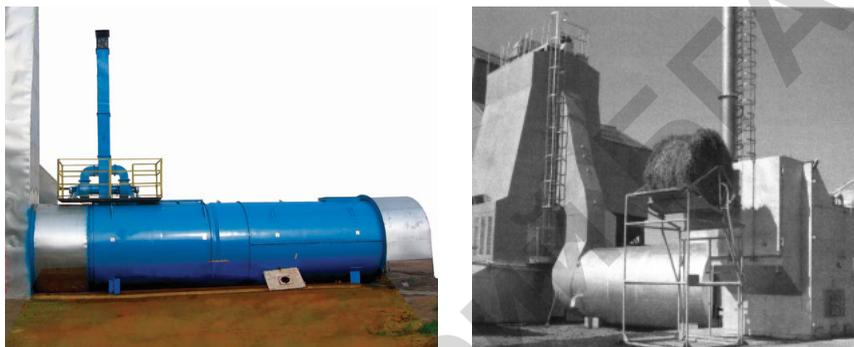
Каждый год можно получить достаточное количество соломы для нужд сельскохозяйственной энергетики. При этом воздухонагреватели работающие на дровах и соломе отличаются простотой конструкции и надежностью.

### Основная часть

В Республике Беларусь широкое распространение получили воздухонагреватели, работающие на древесине. В качестве топлива они могут использовать дрова, древесную щепу и пеллеты из древесины. Наиболее популярными и простыми, являются воздухонагреватели с топками, работающими на дровах. При модернизации старых и строительстве новых зерносушильных комплексов применяются именно такие воздухонагреватели.

Воздухонагреватели, использующие в качестве топлива дрова и рулонную солому, конструируются на базе слоевых топок с неподвижной колосниковой решеткой и с неподвижным слоем топлива.

Данные воздушонагреватели просты по конструкции и в эксплуатации. В настоящее время, такие воздушонагреватели серийно производятся отечественными предприятиями для нужд сельского хозяйства. Наибольшее распространение получили воздушонагреватели, которые серийно производятся на ООО «Амкодор–Можга», работающие на дровах (АТ-0,5, АТ-0,8 и ВУ-Т-1,5 (рисунок 1, а)). ОАО «Агрокомплект» создало воздушонагреватель ВНС-1,5 (рисунок 1, б), работающий на рулонах соломы.



а) *Рисунок 1 – Воздушонагреватели для зерносушилок на МВТ с неподвижной колосниковой решеткой:*  
а) ВУ-Т-1,5(ООО «Амкодор-Можга»); б) ВНС-1,5(ОАО «Агрокомплект»)

Такие воздушонагреватели, при малой стоимости имеют существенные недостатки: - колебания тепловой мощности, которые возникают из-за цикличности загрузок и неравномерности физико-механических свойств топлива (различной влажности и плотности твердого топлива в одной партии); необходимость привлечения дополнительного обслуживающего персонала для загрузки топливом и обслуживания воздушонагревателя; большие габариты и масса;

Вследствие данных недостатков, такие воздушонагреватели имеют низкую тепловую мощность (до 1,5 МВт) и низкий КПД. С учетом возрастающего количества зерна, которое ежегодно необходимо высушивать, возрастает производительность зерносушилок. Для современных мощных отечественных и зарубежных зерносушилок, воздушонагреватели с мощностью до 2 МВт недостаточны с целью получения необходимой тепловой мощности воздушонагревателей, в европейских странах (Дания [2], Польша [3], Германия

[4,5], Великобритания) большое распространение получили воздухонагреватели и котлы, работающие на измельченном твердом топливе (древесная щепа, опилки, измельченная солома). Ведущие мировые компании, производящие топочное оборудование, постепенно переходят на выпуск более сложной техники для сжигания мелкокускового местного топлива. Все большее распространение получают воздухонагреватели и котлы в основе конструкции которых лежит подвижная колосниковая решетка. В частности, американская компания «HURST», предлагает широкий спектр водогрейных и паровых котлов, работающих на щепе, опилках и соломе, конструкция которых основана на подвижной колосниковой решетке и батарее шнеков-распределителей [6]. Воздухонагреватели, работающие по принципу подвижного слоя на подвижной колосниковой решетке, имеют хорошие перспективы к развитию в сфере послеуборочной обработки зерна. Такие воздухонагреватели имеют большую степень автоматизации, что уменьшает количество обслуживающего персонала, а также позволяет использовать различные виды местного топлива без замены колосников. В частности, данные воздухонагреватели могут применять как древесную щепу, опилки и пеллеты, так и предварительно измельченную солому. В Республике Беларусь, специально для нужд сельского хозяйства, фирмой «АМКОДОР» разработан воздухонагреватель ВТ-Р-2,0 (рисунок 2), тепловой мощностью 2 МВт.



*Рисунок 2 – Воздухонагреватель ВТ-Р-2,0 с линией подачи топлива на испытательном полигоне ООО «Амкодор – Можга»*

Данный воздухонагреватель, имеющий подвижную колосниковую решетку, гидравлический досылатель топлива и автоматическую линию подачи топлива, является наиболее продвинутым образцом воздухонагревателей на местных видах топлива для нужд

сельского хозяйства в республике. К недостаткам данного типа воздухонагревателя можно отнести сложные и дорогостоящие в производстве и обслуживании колосники. А система управления требует квалифицированных работников. Ещё одним направлением совершенствования сжигания топлива в подвижном слое, является применение воздухонагревателей с конвейерными топками. В данных топках нет колосниковой решетки, а горение топлива происходит на конвейере. Широкое распространение получили бытовые воздухонагреватели немецкой фирмы «Heizomat» [4] и промышленные котлы американской фирмы «HURST» [6]. Данные воздухонагреватели и котлы имеют высокую степень автоматизации процесса подачи и горения топлива. Основным недостатком данной конструкции камеры горения, является возможность просыпания несгоревшего топлива в контейнеры для золы и вероятность возникновения пожара в нем. Большая стоимость конвейерной цепи и комплектующих, делает техническое обслуживание данных воздухонагревателей и котлов дорогостоящим. Более дешевым видом воздухонагревателей на мелкофракционном (измельченном) топливе, являются воздухонагреватели с газогенераторной топкой и распределителями топлива. Такие воздухонагреватели обладают стоимостью обычных воздухонагревателей с неподвижной колосниковой решеткой и тепловой мощностью сравнимой с воздухонагревателями с подвижной колосниковой решеткой.



Рисунок 3 – Газогенераторная топка AT-2

На рисунке 3 представлена газогенераторная топка воздухонагревателя AT-2, разработанная ООО «Амкодор-Можя» и Государственным предприятием «ИЭ НАН Беларуси». Данный воздухонагреватель обладает тепловой мощностью 2 МВт, при этом он обходится дешевле в обслуживании, так как не имеет дорогостоящей и

требующей квалифицированного обслуживающего персонала колосниковой решетки. Как показали экспериментальные исследования, проведенные в Государственном предприятии «ИЭ НАН Беларуси», использование распределителей топлива позволяет значительно улучшить равномерность распределения топлива, что улучшает процесс горения [7].

#### **Заключение**

При современном уровне развития сельского хозяйства наиболее перспективным в производстве тепловой энергии является измельченное биотопливо. Использование древесной щепы или измельченной соломы в качестве топлива, позволяет создать технологически продвинутый воздухонагреватель, чья тепловая мощность превышает 2 МВт. Данные воздухонагреватели обладают высоким уровнем автоматизации. Стабильность работы обеспечивается непрерывной автоматической загрузкой и распределением топлива. Это позволяет более эффективно использовать топочное пространство и воздух поддува, при этом колебания тепловой мощности из-за цикличности загрузок отсутствуют. Основными путями развития воздухонагревателей являются: воздухонагреватели со слоевыми топками с подвижной колосниковой решеткой или с подвижным слоем (конвейерные топки); воздухонагреватели со слоевой топкой без подвижных элементов и с распределителями топлива; воздухонагреватели с вихревой (циклонной) или газогенераторной топкой. Все представленные воздухонагреватели имеют высокую степень автоматизации и высокую тепловую мощность.

#### **Литература**

1. Республиканская программа строительства новых и модернизации действующих зерноочистительно-сушильных комплексов на 2011-2015 годы. Утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 30 декабря 2010г. №1909.
2. Torben S. Straw to Energy. Status, Technologies and Innovation in Denmark 2011/ Torben S. – Tjele: Agro Business Park A/S, 2011 – 40 p.
3. Grzybek A. Soloma energetyczne paliwo/ Grzybek A, Gradziuk P., Kowalczyk K. – Warszawa: Wies Jutra, 2002 –71 s.
4. Heizomat. Maicha 21, 91710 Gunzenhausen. – s. 16.
5. Okotherm. Программа поставок (Альтернативные источники энергии). Traglhof 2, D-92242 Hirschau. – с. 7.

6. BIOMASSA Steam & Hot Water Boilers Direct-Fired “STAG” Burner Cogeneration Plant. HURST boiler & welding co. Coolidge, GA, USA 31738-0526. –11 p.

7. Дашков, В.Н. Горение сыпучего биотоплива в слоевых топках./ В.Н. Дашков, В.В. Поддубицкий, В.П. Чеботарев, В. Романюк.// Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза: монография/ Институт технологических и естественных наук в Фалентах, отделение в Варшаве. – Варшава, 2017. – С. 57-60.

УДК 631.53.04

## ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПОСЕВА НА ПЛОЩАДЬ ПИТАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Н.П. Гурнович<sup>1</sup>, к.т.н., доцент, Д.А. Яновский<sup>1</sup>, магистрант,  
С.Ф. Лойко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
<sup>2</sup> РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,  
г. Минск, Республика Беларусь

На рост и развитие, а в конечном счете и на урожайность сельскохозяйственных культур оказывает значительное влияние площадь питания, так как она представляет собой объём почвы из которого происходит извлечение элементов питания влияющих на продуктивность растений. Размер площади питания  $F_{\text{П}}$  и ее конфигурация зависят от выбранного способа посева сельскохозяйственных культур. При правильном способе посева семена равномерно размещаются на площади сеялками в почве в продольном  $a$ , поперечном  $b$  и вертикальном  $h$  направлениях (рисунок 1), что создает условия для интенсивного формирования урожая [1, 2].

Наиболее полное использование плошадипочвы, отведенной одному растению происходит при их квадратном размещении. Но на практике оно применимо лишь для растений требующих большой площади питания, иначе становится невозможно проводить механизированный уход за растениями, требующий наличие междура-