

### Список использованной литературы

1. Ваулина, О.А. Стратегические направления развития сельского хозяйства Рязанской области [Текст] / О.А. Ваулина // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК: Материалы междунар. науч.-практ. конф. / под ред. Д.В. Виноградова. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2017. – Ч. 2 – С.43-46.
2. Виноградов, Д.В. Каталог основных завершенных научно-технических разработок (инноваций), предлагаемых к реализации в АПК / Д.В. Виноградов, Н.В. Бышов, В.А. Захаров // Рязань: РГАТУ, 2012. 96с.
3. Конкина, В.С. Анализ современного состояния молочного скотоводства в Рязанской области [Текст] / В.С. Конкина // Молодежь, семья, общество: Материалы международной научно-практической конференции. 2013. – С. 101-103.
4. Лупова Е.И. Взаимосвязь изменения удоев и перенесенного стресса при применении янтарной кислоты / Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК Материалы Международной научно-практической конференции. 2017. С. 261-265.
5. Шашкова, И.Г. Перспективы развития АПК Рязанской области / [Текст] / И.Г. Шашкова, С.С. Котанс, В.С. Конкина, Е.И. Ягодкина, С.И. Шашкова, Л.И.Домокеева // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. РГАТУ. 2014. – С. 227-231.

УДК 631.15:33

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУШКИ ЗЕРНА НА ОСНОВЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ЕГО АКТИВНОГО ВЕНТИЛИРОВАНИЯ

**Королевич Н.Г., к.э.н., доцент**

**Оганезов И.А., к.т.н., доцент**

**Гургенидзе И.И., к.э.н., доцент**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск*

**Ключевые слова:** Зерно, автоматизация, вентилируемый бункер, сушка, влажность, экономия, эффективность.

**Keywords:** Grain, automation, ventilated hopper, drying, humidity, economy, efficiency.

**Аннотация:** Рассматриваются основные технико-экономические показатели использования систем автоматизации сушки зерна в бункерах активного вентилирования, применяемых во многих сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь. Определены размеры экономии дизельного топлива и электроэнергии, которые могут быть получены в результате реконструкции оборудования, используемого для активного вентилирования зерна.

**Summary:** The article discusses the main technical and economic indicators of the use of grain drying systems of automation in the bunkers of active aeration used in many agricultural organizations of Belarus. The sizes of the diesel fuel economy and power, which can be prepared by reconstruction of the equipment used for active ventilation of grain.

Сушка зерна является одним из наиболее энергоёмких процессов сельскохозяйственного производства. При валовом сборе зерна в Республике Беларусь (РБ) на уровне 8-10 млн тонн в год в сушке нуждается обычно 50-55 %, т.е. от 4 до 5,5 млн тонн зерна со снижением влажности в среднем от 20 до 14 %, хотя в отдельные годы количество влажного и сырого зерна увеличивается. По экспертным оценкам, из общего количества энергоресурсов, затраченных на производство зерна, прямые затраты на сушку достигают 30-35 %, а доля энергозатрат в себестоимости сушки составляет 75-80 %. Таким образом, для сушки зерна требуется не менее 50000-70000 тонн натурального топлива и 12-16,5 млн кВт.ч электроэнергии. Переоснащение и замена зерносушилок отечественными производителями осуществляется недостаточно быстро – ежегодно вводится в строй около 100 новых зерносушилок (ОАО «Лидсельмаш», ОАО «Амкор», ОАО «Мозырьсельмаш» и т.д.), часть комплектующих блочно-модульных сушилок с низким влагосъёмом поставляется из-за рубежа. Однако, как показывает практика, этого количества недостаточно для того, чтобы высушивать возрастающий с каждым годом объём производимого в РБ зерна. Необходимо вводить каждый год по 150 комплексов [1-2].

Основной причиной, сдерживающей своевременность выполнения заданий Правительства РБ по вводу новых зерноочистительно-сушильных комплексов, явилось несвоевременное строительство фундаментов. Вторым существенным фактором, сдерживающим их ввод, стала задержка строительства внешних сетей электро- и газоснабжения, работ по благоустройству территории [1-2].

В Республике Беларусь на жидком топливе работают 2032 (49 %) зерноочистительно-сушильных комплекса, на природном газе – 735 (14,8 %), на местных видах топлива – 2207 (44,3 %). Как правило, местные виды топлива используют только небольшие по мощности зерносушилки [1-2].

Условно по использованию различных технических средств для утилизации теплопотерь зерносушилки, в которых сушка и охлаждение зерна осуществляются в одном блоке, а предварительный нагрев зерна отсутствует, по мнению д.т.н., профессора Сорочинского В.Ф. можно разделить на несколько групп (варианты использования НЧ, ВЧ, СВЧ, тепловых насосов и т.д. здесь не рассматриваются) [3]:

1. Зерносушилки, не использующие утилизацию охлаждающего воздуха и сушильного агента;

2. Зерносушилки, использующие только утилизацию охлаждающего воздуха;

3. Зерносушилки, использующие утилизацию охлаждающего воздуха и частично утилизацию отработавшего ненасыщенного сушильного агента из нижних зон сушки;

4. Зерносушилки, использующие утилизацию охлаждающего воздуха и сушильного агента, в том числе насыщенного из верхних зон сушки.

В общем случае в зависимости от технологии сушки и типа зерносушилки, можно привести следующие средние значения затрат тепла на конвективную сушку зерна (по пшенице) без теплообменника, приведенные к температуре атмосферного воздуха 5°C и снижению влажности зерна с 20 до 14 %.

Конструкция современных зерноочистительно-сушильных комплексов значительно усовершенствована: в их состав входят приемочное отделение, оборудование для очистки зерна от примесей, сорной растительности, емкости для хранения зерна. Мощность зерносушилки зависит от объемов сушки – от 15 до 40 т в час. Они укомплектованы топочными агрегатами. Зерносушилки малой мощности могут использовать местные виды топлива, а высокопроизводительные (до 40 т сушки зерна в час) в основном работают на жидком топливе и природном газе. На реконструируемых комплексах планируется установить энергосберегающее оборудование.

Анализируя практику строительства зерносушильных комплексов, эксперты пришли к выводу, что строить их экономически целесообразно для крупных хозяйств, остальным необходимо реконструировать то, что имеется в наличии. Также рекомендуется переводить на местные виды топлива комплексы только малой и средней мощности. Те комплексы, которые перерабатывают от 40 т зерна и выше, должны работать на специальном топливе или на природном газе. Тогда это будет экономически эффективно [1-3].

Крупным производителем зерносушильных комплексов является ОАО «Лидсельмаш» и его совместное предприятие «ЛидаАрай». Зерносушилки оно изготавливает совместно с польской фирмой «ARAJ». Производительность различна – от 20 до 50 т зерна в час. Комплексы предназначены для сушки зерна и семян зерновых, бобовых, крупяных культур и рапса с влажностью до 30 %, производительностью до 40 т/ч. Впервые в республике предприятием произведен уникальный зерноочистительно-сушильный комплекс производительностью 50 т/ч с бункерами хранения зерна на 9000 т. Он установлен в агрокомбинате «Снов» Минской области. Работой оборудования специалисты данной организации остались довольны, так как это не только зерноочистительно-сушильный комплекс, но и емкости для хранения зерна. Фактически это мини-элеватор, весь технологический цикл на котором автоматически управляемый. Все части зерносушилки, которые производятся на ОАО «Лидсельмаш», изготавливаются на современных высокотехнологических станках с числовым программным управлением, что гарантирует надежность работы выпускаемого оборудования.

В настоящее время в Республике Беларусь около 45 % зерносушилок средней и малой мощности переведены на местные виды топлива. Это более 2 тыс. зерносушилок средней и малой мощности. Всего в хозяйствах установлено и работает более 3,5 тыс. комплексов и 1,5 тыс. отдельно стоящих зерносушилок. Общая же численность – 5111 единиц оборудования. Использование местных видов топлива позволяет сельскохозяйственным организациям значительно экономить жидкое топливо и в целом энергоресурсы. На местные виды топлива планируется перевести все зерносушилки средней и малой мощности. В частности, в текущем году планируется перевести на использование местных видов топлива около 200 зерносушилок. Что же касается высокопроизводительного оборудования то, по мнению ведущих экспертов переводить его на местные виды топлива нецелесообразно. К тому же высокопроизводительные зерносушильные комплексы, работающие на природном газе, при высоком урожае экономически себя оправдали (в частности, зерносушилки ОАО «Лидсельмаш» обеспечивают безопасный процесс сушки, благодаря чему сохраняются все биологические качества зерна. Оборудование достигает высокой производительности даже для зерна с влажностью более 30 %). С июля 2015 в перечень инновационных товаров РБ входят сушильно-измельчительные и зерноочистительно-сушильные комплексы.

В СПК «Наша Нива» Слуцкого района Минской области Республики Беларусь в мае 2016 г был установлен опытный образец бункера активного вентилирования БВ-40, где была предусмотрена автоматизация процесса сушки зерна. Результаты эксперимента показали, что существенную экономию топлива в процессах сушки зерна в БВ-40 можно обеспечить за счет следующих приемов:

1. Автоматизации процесса сушки – организации контроля влажности и регулирования заданного значения влажности просушенного зерна. Это обеспечивает поддержание оптимального расхода агента сушки и воздуха (предотвращается пересушивание);

2. Совершенствования конструкции БВ-40:

– сведения к минимуму неравномерности нагрева и сушки зерна (равномерное распределение агента сушки по сечению шахты и по длине коробов), непрерывного выпуска просушенного зерна;

– рекуперации тепла отработавшего агента сушки с использованием специальных систем для обезвоживания, подаваемого на повторное использование насыщенного влагой отработанного агента сушки;

– сушки в условиях разрежения (методом протяжки агента сушки через слой зерна вытяжными вентиляторами);

– ведения процесса охлаждения зерна на выносных охлаждающих установках в условиях, позволяющих максимально использовать внутреннюю тепловую энергию зерна для испарения влаги.

Основные технико-экономические показатели проектируемого варианта внедрения процесса автоматизации сушки зерна в бункере активного

вентиляции БВ-40 в СПК «Наша Нива» Слуцкого района Минской области, свидетельствуют о его экономической целесообразности.

Это аргументируется тем, что в предлагаемом проекте должно произойти существенное снижение эксплуатационных издержек (до 6,5 %). При этом срок окупаемости капиталовложений составил не более двух лет.

Основные факторы эффекта, получаемые при замене базового варианта БВ-40 на проектируемый:

- снижение затрат труда (до 9 %) и повышение его производительности (до 10 %) в результате автоматизации процессов сушки зерна;
- уменьшение расхода дизельного топлива (до 9 %) в результате рационализации работы сушилки;
- снижение расхода потребления и затрат на электроэнергию (до 9 %) в результате рационализации работы электрооборудования;
- улучшение основных показателей качества хранимого зерна (содержания белка, удельного веса зерна, числа падения по Хагбергу (HFN) и крахмалистости) и сокращение потерь при его хранении на 5-7 %.

Дальнейшее снижение удельных затрат на сушку до 4000 кДж/кг исп. вл. при коэффициенте полезного действия сушилки порядка 65 %, может быть получено при дополнительной утилизации отработавшего теплоносителя из камеры нагрева в сушильную зону, а также организации промежуточных зон отлежки для предотвращения перегрева зерна при его сушке. По сравнению с прямоточной зерносушилкой экономия тепла на сушку может составить около 20 %.

В хозяйствах Республики Беларусь активная модернизация более 1000 бункеров активного вентилирования (для вентилирования и сушки зерна) может обеспечить годовую экономию дизельного топлива в размере до 30500 т и электроэнергии в количестве до 7,5 млн кВт\*ч [1-2].

#### **Список использованной литературы**

1. Оганезов, И.А. Оценка эффективности перевода зерносушилок на биотопливо / И.А. Оганезов // Опыт, проблемы и перспективы развития технического сер АПК: Сборник докладов Международной научно-практической конференции, Минск, 15-18 апреля 2009 г. В 2 ч. — Ч. 2 / редкол. Шило И.Н. [и др.]. — Минск: БГАТУ, 2009. — С. 171–176.
2. Оганезов, И.А. Перспективы использования древесных видов топлива в аграрных районах Республики Беларусь / И.А.Оганезов, В.В.Ширшова // Научно-инновационная деятельность в агропромышленном комплексе: Сборник научных статей 4-й Международной научно-практической конференции. В 2 ч. Ч.2/ редкол. редкол. Рыжанков М.Ф. [и др.]. — Минск: УО БГАТУ, 2010. — С. 74–77.
3. Сорочинский, В.Ф. Эффективный способ двухстадийной сушки зерна / В.Ф. Сорочинский //Комбикормовая промышленность, 1996, — № 4. — С.17–18.