

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В КОНВЕКТИВНЫХ ЗЕРНОСУШИЛКАХ

Дубанов А.Г., канд.техн.наук, доцент

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

Послеуборочная обработка зерна и семян, на осуществление которой приходится до 50% расхода топлива от общих затрат на производство зерна и семян, является наиболее ресурсоемким процессом во всей технологической цепи их производства. В сельском хозяйстве Республики Беларусь находятся в эксплуатации около 3,3 тысячи зерноочистительно-сушильных комплексов и около 1,3 тысяч отдельно установленных зерносушилок.

Снижение энергоемкости сушки зерна и семян является актуальным при решении задач энергосбережения в сельском хозяйстве. Повышение энергоэффективности процессов сушки следует вести по следующим направлениям:

- разработка энергосберегающих технологий и оборудования;
- внедрение энергосберегающего оборудования в практику сушки;
- строительство новых, современных зерноочистительно-сушильных комплексов.

Модернизация существующего оборудования имеет ограниченные возможности и не позволяет добиться существенного повышения его энергоэффективности. Следует отметить, что энергосберегающие мероприятия, не требовавшие больших затрат, в большинстве своем уже нашли практическое внедрение и для дальнейшего снижения расходов топлива в сушильном оборудовании требуются все большие капитальные вложения и реализация методов и приемов, не относившихся ранее к конкурентоспособным.

При строительстве новых зерноочистительно-сушильных комплексов и замене устаревших зерносушилок, в настоящее время используются конвективные зерносушилки (ЗСК), характеристики которых приведены в каталоге "Оборудование и машины для послеуборочной обработки зерна" 2009 г. издания в РУП "НПЦ Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства".

Модернизация ЗСК привела к снижению удельного расхода топлива из расчета на плановую тонну зерна не более чем на 20% по сравнению с паспортными данными ранее выпускавшихся и эксплуатируемых в настоящее время зерносушилок.

Это было достигнуто в основном за счет сооружения дополнительного накопительного бункера сухого зерна, предназначенного для охлаждения и досушивания зерна атмосферным воздухом. Таким образом, было обеспечено большее снижение влажности зерна при его охлаждении после сушки в сушильной шахте и уменьшения расхода теплоты в сушильной шахте.

Строительство новых зерносушильных комплексов и замена (реконструкция) устаревших ЗСК сопровождается также переходом от сушки газозвдушной смесью к сушке нагретым воздухом, что способствует некоторому уменьшению расхода топлива при сушке.

Дальнейшее снижение энергоемкости сушки зерна и семян может быть достигнуто путем утилизации теплоты отработавшего сушильного агента (СА) за счет его рециркуляции и использования теплоутилизаторов и тепловых насосов (ТН) [1].

В качестве показателя энергоэффективности при рассмотрении задач энергосбережения пользовались относительной экономией топлива.

При расчете энергоэффективности применения ТН были сопоставлены расходы топлива, с одной стороны, в воздухоподогревателях или топочных устройствах с камерами смешения топочных газов с воздухом, а с другой – на тепловых электростанциях при производстве электрической энергии, потребляемой электроприводом компрессора ТН.

В результате исследований возможностей энергосбережения для типовых режимов сушки зерна и семян, было установлено, что теоретически ожидаемое снижение расходов топлива достигается:

- при рециркуляции СА в размере 10-35% [2];
- при утилизации теплоты СА с использованием ТН – 17– 26% [3];
- при осушении и рециркуляции СА с использованием ТН – 20 –73% [4,5].

При этом размеры энергосбережения во многом определяются параметрами теплового режима сушки, а также показателями эффективности производства электрической и тепловой энергии. Нельзя надеяться на достижение большого эффекта энергосбережения при высоких значениях КПД зерносушилок. Именно взаимосвязью между размерами энергосбережения и энергоэффективности работы КЭС объясняется увеличение ожидаемой экономии топлива при низкотемпературной сушке зерна и семян. Повышение КПД тепловых электростанций, снижение себестоимости электрической энергии и увеличение цен на топливо способствуют расширению возможностей использования ТН в конвективных зерносушилках.

Из приведенных результатов исследования можно заключить, что для дальнейшего рассмотрения следует рекомендовать как перспективные энергосберегающие мероприятия рециркуляцию СА, а также его осушение и рециркуляцию с использованием ТН. Утилизация теплоты СА на базе ТН обеспечивает экономию топлива практически в тех же размерах, что и рециркуляция СА. Однако сопровождается большими капитальными затратами и большим потреблением электрической энергии на электропривод вентиляторов, обеспечивающих движение воздуха через испаритель и конденсатор ТН.

Наибольший эффект энергосбережения достигается при осушении и рециркуляции СА с использованием ТН. Это объясняется возможностью подогрева СА тепловой конденсации водяных паров, образовавшихся при сушке продукции. Таким образом, утилизируется теплота, ранее израсходованная на испарение влаги из продукции, подвергающейся сушке.

В этой схеме (рис.1) воздух, отработавший как СА в сушильной камере, направляется в испаритель (И), в котором охлаждается и осушается, а затем проходит конденсатор (К) и дополнительный нагреватель (Н), где нагревается до заданной температуры. Теплота, передаваемая в испарителе от воздуха рабочему веществу (хладону) ТН, используется для нагрева воздуха в конденсаторе. Согласно расчетной схеме воздух полностью пропускается вначале через испаритель, а затем – через конденсатор и нагреватель. Таким образом осуществляется полная рециркуляция воздуха.

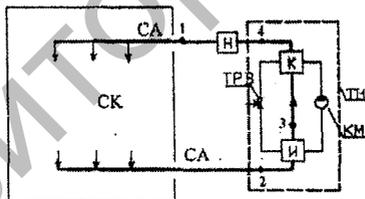


Рис.1. Принципиальная схема использования ТН для осушения и рециркуляции воздуха в ЗСК

На схеме показаны компрессор (КМ) и терморегулирующий вентиль (ТРВ), а также характерные точки состояний влажного воздуха в процессах его нагрева и использования. При этом были введены следующие обозначения точек: 1 – при поступлении в СК; 2 – на выходе СК; 3 – на выходе испарителя; 4 – на выходе конденсатора.

Однако такое применение ТН возможно при вполне определенных параметрах теплового режима сушки и может быть организовано только при низкотемпературной сушке семенного зерна и семян сельскохозяйственных культур. При этом температура СА в точке 1 перед подачей его на сушку, как правило, не может превышать 70 °С.

Искомые параметры режима работы ТН при осушении и рециркуляции СА, в том числе и коэффициент преобразования как основной показатель энергоэффективности ТН, должны быть найдены исходя из уравнений математической модели исследуемых процессов. В связи с этим они однозначно определяются параметрами теплового режима сушки и прежде

всего разностью добавлений и расходов теплоты в сушильной камере (шахте). Более того, значение этой разности, характеризующий внутренний тепловой баланс сушильной камеры, определяет условия и возможности использования ТН [4,5].

Расчетные значения коэффициента преобразования ТН находятся в пределах от 3 до 5,1 при принятых условиях использования ТН для осушения и рециркуляции отработавшего СА (воздуха).

Рециркуляция СА может быть использована при любых параметрах теплового режима сушки, однако наиболее энергоэффективной она оказывается в условиях низкотемпературной сушки семенного зерна и семян. Экономия топлива увеличивается с ростом коэффициента рециркуляции, коэффициент рециркуляции как отношение массы рециркулирующей части СА ко всей его массе находится в условиях работы ЗСК в пределах 0,35 – 0,7. При этом коэффициент рециркуляции не может быть принят произвольно, а должен быть рассчитан в зависимости от принятых параметров теплового режима сушки.

Смещение сушильного процесса при реализации энергосберегающих мероприятий в область более влажного СА способствует увеличению эффекта энергосбережения.

Несмотря на приведенные высокие значения достигаемой экономии теплоты и топлива для решения вопроса о возможности использования предлагаемых технических решений требуется разработка технико-экономического обоснования (ТЭО). Особое значение здесь имеют стоимость топлива, тарифы на электрическую энергию и капитальные затраты на используемое оборудование, вентиляторы, воздухопроводы и каналы. Однако стоимость топлива и тарифы на энергию по ряду причин не в полной мере отражают действительные затраты на производство электрической и тепловой энергии и не всегда могут быть объективными показателями реальной стоимости топлива и энергии. Это обстоятельство во многом затрудняет разработку ТЭО.

Повышение КПД тепловых электростанций, снижение себестоимости электрической энергии и увеличение цен на топливо способствуют использованию ТН в конвективных зерносушилках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилов, О.Л. Экономия энергии при тепловой сушке / О.Л. Данилов, Б.И. Леончик. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 136 с.
2. Сняжков, А.Л. Энергосбережение в конвективных зерносушилках путем рециркуляции сушильного агента / А.Л. Сняжков, И.А.Цубанов // Агропанорама, №5, 2009. – с.40-44.
3. Цубанов, А.Г. Тепловые насосы – утилизаторы теплоты отработавшего сушильного агента / А.Г. Цубанов; А.Л. Сняжков, И.А.Цубанов // Агропанорама, №2, 2010. – с.27-31.
4. Цубанов, А.Г. К вопросу энергосбережения в конвективных зерносушилках / А.Г. Цубанов, А.Л. Сняжков, И.А.Цубанов // Агропанорама, №3, 2009. – с.22-27.
5. Цубанов, А.Г. Использование тепловых насосов для осушения и рециркуляции отработавшего сушильного агента в конвективных зерносушилках / А.Г. Цубанов, А.Л. Сняжков, И.А.Цубанов // Агропанорама, №4, 2011. – с.21-25.

УДК 664.723

К РАСЧЕТУ РЕЦИРКУЛЯЦИИ СУШИЛЬНОГО АГЕНТА В КОНВЕКТИВНЫХ ЗЕРНОСУШИЛКАХ

Цубанов А.Г., канд.техн.наук, доцент

*Белорусский государственный аграрный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь*

В конвективных зерносушилках (ЗСК) рекомендуется использовать рециркуляцию сушильного агента (СА) с целью снижения расходов теплоты и топлива на сушку продукции [1-4].

В этом случае особое значение приобретает расчет коэффициента рециркуляции и параметров СА в процессах его приготовления и использования. Решение этой задачи услож-