

## ОСОБЕННОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ЗЕРНА В ЗЕРНОСУШИЛКАХ КОНТАКТНОГО ТИПА

*В.И. Курдюмов, доктор технических наук, профессор;*

*А.А. Павлушин, кандидат технических наук, доцент;*

*Г.В. Карпенко, кандидат технических наук, доцент;*

*С.А. Сутягин, кандидат технических наук, старший преподаватель;*

*А.В. Журавлёв, студент 5 курса инженерного факультета*

*ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»*

*Тел.: 89084788926; andrejpavlu@yandex.ru*

**Ключевые слова:** *сушка зерна, установка контактного типа, система охлаждения зерна.*

*Сформулирована актуальность процесса охлаждения зерна после сушки. Рассмотрен критерий эффективности охлаждения высушенного зерна. Предложена установка контактного типа для сушки зерна включающая в себе систему охлаждения зерна после сушки. Использование предлагаемого средства механизации процесса сушки зерна позволит на высоком технологическом уровне обеспечить качественную сушку зерна с последующим его охлаждением до требуемой температуры.*

Сохранность зерна, его обработка и переработка в масштабах нашей страны - сложное и дорогостоящее дело, требующее современной материально-технической базы. В то же время опыт передовых хозяйств показывает, что производство высококачественного зерна выгодно - уровень рентабельности не менее 40 %. В ближайшие годы можно прогнозировать рост спроса на новую технику для обработки и хранения зерна. Увеличение валовых сборов зерна и уменьшение удельных затрат на его производство возможно лишь путём разработки и внедрения высокоэффективных технологических средств мирового уровня, созданные на основе концептуальных положений их развития. Таким образом, создание и адаптация средств механизации тепловой обработки зерна к условиям российского сельскохозяйственного производства является актуальной и важной научно-технической проблемой. При этом выбор и обоснование оптимальных технологических параметров процесса тепловой обработки зерна и режимов работы средств механизации этого процесса должны быть выполнены на основе всестороннего анализа физической и математической моделей этого процесса с учетом основных конструктивных особенностей и условий функционирования соответствующих устройств.

Одним из условий правильно организованного процесса сушки зерна является обязательное охлаждение зерна после сушки.

Выбор режимных параметров процесса охлаждения зерна после сушки зависит от ряда факторов, в том числе допустимого снижения температуры охлаждаемого зерна в условиях оптимального режима работы охладительной камеры зерносушилки.

Температура зерна в охладительной камере должна снизиться до максимально низких температур. Для достижения необходимой температуры охлаждающего воздуха

требуются специальные условия, которых в условиях использования для этих целей атмосферного воздуха к моменту выпуска зерна из охладительной камеры нет. Поэтому действующая инструкция по сушке регламентирует температуру зерна после охлаждения на уровне, не превышающем температуру наружного воздуха более чем на 10 °С.

Исследованиями установлено, что если работу охладительных камер зерносушилок оценивать только по разности температур охлажденного зерна и охлаждающего воздуха, то наиболее эффективно они работают в летних условиях. Это происходит потому, что летом температура наружного воздуха приближается к температуре зерна, поступающего на охлаждение после сушки.

Такой метод оценки эффективности работы охладительных камер зерносушилок несовершенен, так как не учитывает исходной температуры поступающего на охлаждение зерна. К тому же продолжительность пребывания зерна в охладительной камере связана с производительностью зерносушилки и начальной влажностью сырого зерна и остается постоянной при изменении величины температурного перепада.

С учетом изложенного выше, разработан критерий эффективности охлаждения высушенного зерна, учитывающий начальную температуру подаваемого на охлаждение зерна и степень его охлаждения [1]:

$$K_{t_{\text{охл}}} = \frac{t_1 - t_2}{t_1 - t_{2_{\text{опт}}}},$$

где  $t_2$ ,  $t_3$  – соответственно исходная (до охлаждения) и конечная (после охлаждения) температура зерна, °С;  $t_{2_{\text{опт}}}$  – оптимальная температура охлажденного зерна.

$$\text{При } K_{t_{\text{охл}}} = 1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{2_{\text{опт}}} = t_2 - (1 - 0,003 t_2)(t_2 - t_0),$$

где  $t_0$  – температура охлаждающего воздуха.

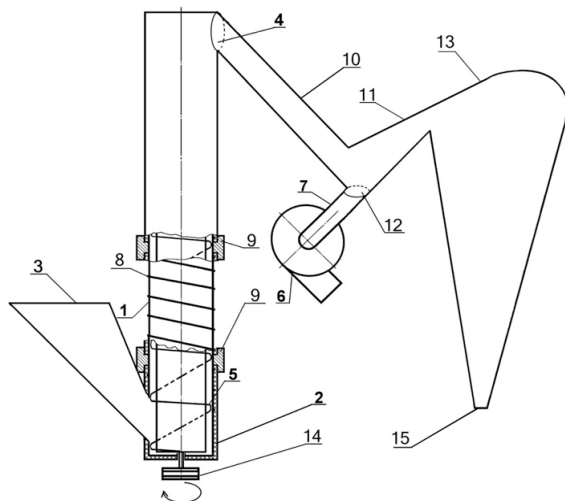
Используя рассмотренный критерий эффективности охлаждения, можно анализировать кинетику процесса сушки зерна при различных режимах или способах охлаждения зерна и при этом устранить влияние таких параметров, как начальная температура зерна и температура охлаждающего воздуха.

Для обеспечения эффективного процесса охлаждения при сушке зерна в контактных установках нами предложено следующее устройство для сушки зерна [2].

Устройство для сушки зерна включает вертикально установленный цилиндрический кожух 1, внешняя поверхность которого покрыта слоем теплоизолирующего материала 2, загрузочный бункер 3, выгрузное окно 4, соосно установленный внутри кожуха с возможностью вращения транспортирующий рабочий орган 5, выполненный в виде шнека, охлаждающее устройство, включающее вентилятор 6 и воздуховод 7, а также нагревательные элементы 8, размещенные на внешней поверхности кожуха 1 под слоем теплоизолирующего материала 2 между загрузочным бункером 3 и выгрузным окном 4 с возможностью индивидуального регулирования температуры нагрева каждого из участков кожуха 1 (рисунок).

Кожух 1 выполнен составным, причём составные части кожуха разделены между собой кольцами 9, выполненными из теплоизолирующего материала. Каждая составная

часть кожуха 1 снабжена индивидуальным нагревательным элементом 8. С выгрузным окном 4 последовательно соединены два рукава 10 и 11. Рукав 10 установлен с наклоном вниз, а рукав 11 – с подъемом вверх. В месте соединения рукавов 10 и 11 выполнено окно 12, к которому присоединены воздуховод 7 с вентилятором 6.



**Рис. 1. – Устройство для сушки зерна (обозначения в тексте)**

Угол наклона воздуховода 7 равен углу наклона рукава 11, а на конце рукава 11 установлен приёмный бункер 13, выполненный сужающимся вниз. Верхняя часть приемного бункера 13 выполнена с плавным переходом от верхней части колена 11 к наружной стенке приёмного бункера 13. Транспортирующий рабочий орган 5 получает привод от шкива 14. В нижней части приемного бункера 13 выполнено выпускное окно 15.

Устройство работает следующим образом. Включают нагревательные элементы 8. После достижения необходимой температуры кожуха 1 подают зерно в загрузочный бункер 3, откуда оно поступает в рабочую зону транспортирующего рабочего органа 5 и перемещается им к выгрузному окну 4. Контактная с нагретой поверхностью кожуха 1, зерно также нагревается, теряет излишки влаги. Из выгрузного окна 4 нагретое зерно поступает в рукав 10, а затем потоком воздуха, создаваемым вентилятором 6 через воздуховод 7, зерно охлаждается и по рукаву 11 поступает в приёмный бункер 13. Сухое и охлаждённое зерно удаляется из приёмного бункера 13 через выпускное окно 15.

При использовании зерна другой культуры меняют температуру нагрева каждого из участков кожуха 1 с помощью индивидуальных нагревательных элементов 8, изменяют частоту вращения рабочего органа 5 с помощью шкива 14, а также снижают или увеличивают скорость воздушного потока в воздуховоде 7 и рукаве 11, изменяя частоту вращения вентилятора 6.

Вертикальное расположение кожуха установки позволяет повысить коэффициент заполнения транспортирующего рабочего органа, что увеличивает площадь контакта зерна с греющей поверхностью и позволяет обеспечить более равномерный прогрев зерна.

Последовательное соединение с выгрузным окном двух рукавов, первый из которых установлен с наклоном вниз, а второй – с подъемом вверх, а также выполнение верхней части приемного бункера с плавным переходом от верхней части второго колена к наружной стенке приёмного бункера позволяет обеспечить охлаждение зерна при выгрузке из сушилки без его травмирования. Это снижает время сушки при большой начальной влажности зерна и необходимости его повторного пропускания через устройство. Лёгкая выгрузка сухого и охлаждённого зерна обеспечивается выполнением приёмного бункера сужающимся вниз.

Таким образом, охлаждение зерна после сушки является важной технологической операцией, влияющей на эффективность дальнейшей сохранности зерновой массы.

Использование предлагаемого средства механизации процесса сушки зерна позволит на высоком технологическом уровне обеспечить качественную сушку зерна с последующим его охлаждением до требуемой температуры.

#### **Библиографический список:**

1. Малин Н.И. Энергосберегающая сушка зерна. - М.: Колос, 2004. – 240 с.
2. Патент RU № 2428642. Устройство для сушки зерна. / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин; Опубл. 10.09.2011; Бюл. № 25.

## **FEATURES COOL BEANS THE DRYER CONTACT TYPE**

*Kurdyumov V.I., Pavlushin A.A., Karpenko G.V., Sutyagin S.A.*

**Keywords:** *corn drying, setting a contact type cooling system grain.*

*We formulate the relevance of the cooling process of grain after drying. The criteria of the cooling performance of dried grain. Proposed attaching a contact-type grain dryer comprising a cooling system grain after drying. Use of the proposed means of mechanization of the process of drying the grain will allow a high level of technology will provide high-quality grain drying followed by cooling it to the desired temperature.*