

**Исембергенов Н.Т. д.т.н., профессор,
Сагындикова А.Ж. доктор PhD, ст. преподаватель
Казахский национальный аграрный университет (Алматы)**

ИНТЕНСИВНЫЙ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ МЕТОД СУШКИ ЗЕРНА

Ключевые слова: сушка зерна, электромагнитная индукция, количество выделяемого тепла, формула Максвелла.

Keywords: grain drying, electromagnetic induction, the amount of generated heat, the Maxwell formula

Аннотация. Разработан способ сушки зерна и удаления влаги, который основан на получении и обработке возникающих тепловых процессов, описанных уравнением термодинамики. Предлагаемый индукционный способ сушки зерна, где зерновой материал проходит через сушильную шахту под действием силы тяжести. Для проведения экспериментальных исследований разработано транзисторно – тиристорное устройство, которое состоит из блока управления, преобразователя частоты, бункера в котором находится шнек геликоидной поверхностью, обмотки индуктора, влагомер. Алгоритм получения и обработки данных разработан в среде MATLAB.

Abstract. The method of drying of grain and removal of moisture which is based on receiving and processing of arising thermal processes described by the thermodynamics equation is developed. For carrying out pilot studies, it is developed the transistor–thyristor device, which consists of the control unit, the converter of frequency, the bunker with the screw in it that has helix surface, inductor windings, and a hydrometer. The algorithm of receiving and data processing is developed in the MATLAB software.

Введение

Основой теории сушки зерна являются закономерности переноса теплоты и влаги в зерновке при взаимодействии её нагретыми газами, с горячими поверхностями, а также в процессах облучения тепловыми и электромагнитными волнами при наличии фазовых превращений [1].

Процесс сушки зерна, как и любых влажных материалов, является не только теплофизическим, но и технологическим процессом, в характере протекания которого решающую роль играет форма связи влаги с материалом. Изучение процесса сушки зерна может быть ограничено рассмотрением явлений перемещения влаги внутри материала, парообразования и диффузии паров влаги с поверхности зерна в окружающий воздух. Данные процессы в основном раскрывают механизм процесса сушки.

Сушка, нагрев и охлаждение зерна – процессы, которые сопровождаются изменением температуры и влажности зерна, а также плотности потоков теплоты и влаги во времени. При сушке в зерне возникают градиенты температуры и влагосодержания, под действием которых происходит перенос теплоты и влаги внутри зерна, появляются термические и объемные напряжения.

В общем случае механизм удаления влаги из зерна при сушке схематически может быть представлен следующим образом (рисунок 1).

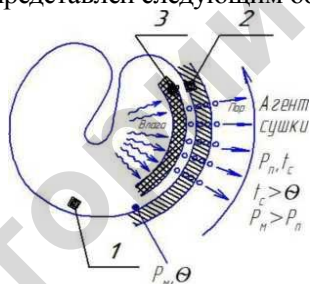


Рисунок 1. Схема механизма удаления влаги при сушке зерна: 1 – зерновка; 2 – пограничный слой; 3 – зона испарения

Вдоль поверхности влажной зерновки движется агент сушки с определенными параметрами. Теплота от агента сушки конвективным способом передается зерновке; ее поверхность нагревается, и часть влаги, находящейся у поверхности, испаряется. В результате по толщине зерновки создаются перепады влагосодержания, температуры и давления, под действием которых влага непрерывно подводится к поверхности, где и испаряется. Молекулы пара диффундируют через пограничный слой и поглощаются агентом сушки. Обязательное условие процесса удаления влаги с поверхности зерновки - это наличие разности между парциальным давлением у ее поверхности p_m и в агенте сушки p_n .

Влага испаряется не с поверхности зерновки, а из некоторой зоны 3, расположенной в периферийной части зерновки. Более того, положение этой зоны не остается неизменным: она постепенно перемещается (углубляется) внутрь зерновки. Начало углубления зоны испарения многие исследователи связывают с началом удаления из зерна связанной влаги. При углублении зоны испарения поверхность зерновки остается обезвоженной, лишенной защитного фактора и поэтому может нагреваться до высоких температур.

Интенсификация переноса теплоты и влаги способствует ускорению сушки, но возникающие при этом напряжения могут привести к ухудшению качества зерна – образованию трещин, раскалыванию, снижению выхода целой крупы и т. д. Поэтому важно установить оптимальный режим сушки [4].

Материалы и методы исследований

На основании данных положений был поставлен и проведен эксперимент по использованию изменения частоты для сушки зерна. Целью эксперимента было получение кривых сушки зерна при изменяющихся независимых факторах. В качестве независимых факторов приняты начальная влажность зерна ($W, \%$), диэлектрическая роницаемость зерна, частота генератора ($\omega, \text{Гц}$), коэффициент потерь.

В дальнейшем, несмотря на достаточно высокое начальное влагосодержание зерна, сушка протекает на всем протяжении процесса с убывающей скоростью испарения влаги, с непрерывно возрастающей температурой зерна, что находит отражение в характере полученных кривых сушки, в результате проведения эксперимента получена зависимость между коэффициентом потерь при различных частотах, обработанных с помощью программы Excel рисунок 2.

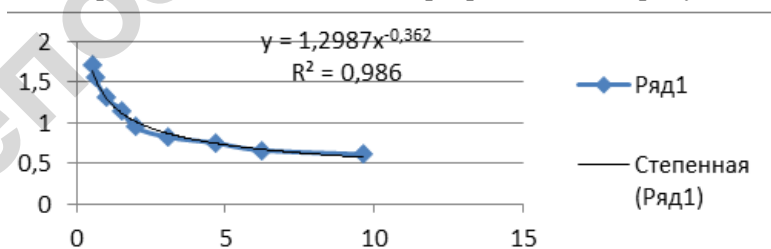


Рисунок 2. Зависимость между коэффициентом потерь при различных частотах

Анализируя полученную зависимость коэффициента потерь при воздействии на влажное зерно (12%), СВЧизлучателем при его различных частотах. В первую очередьследует отметить, что высокий коэффициент конкордации 0,986, что говорит о строгой функциональной зависимостимеждучастотой и энергией затрачиваемой на нагрев влаги в зерне. Исследуяполученную зависимостьмынаблюдаем, что в диапазоне от 0 до 120 МГц эта кривая носит монотонно убывающий характер, а затем асимптотируетнауровне 0,6.

Альтернативой существующим технологиям предлагается использование высокочастотного электромагнитного поля, которое не только не имеет выбросов в атмосферу, но воздействует непосредственно на внутреннюю часть нагреваемого тепла (зерна), нежели на поверхность как в традиционных способах, причем к.п.д. возрастет с увеличением влажности зерна. С этой целью нами предлагается СВЧ транзисторно – тиристорный генератор, который в отличие от магнетронного генератора, имеет более высокий к.п.д., т.к. не расходуется большая часть энергии на нагрев нити накала магнетрона (рисунок 3).

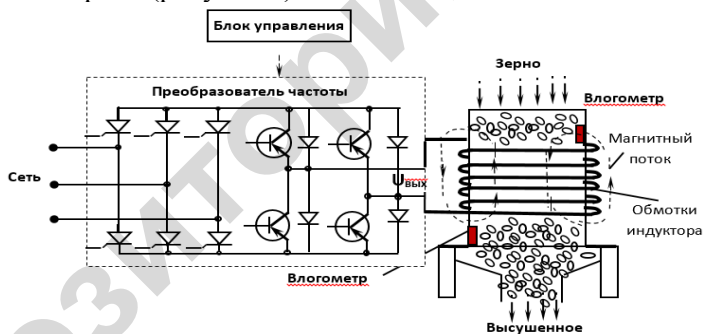


Рисунок 3. Схема СВЧ установки со шнеком геликоидальной поверхности

Зерно подается в цилиндрический контур из диэлектрика по геликоидальной винтовой поверхности, на которой угол подъема винта всегда соответствует текущему значению угла трения. Например, в первой фазе, поступившее влажное зерно как бы «залипает» к винтовой поверхности, затем по мере высыхания коэффициент трения уменьшается и зерно медленно перемещается на следующий уровень. Таким образом, в нижней части этого рабочего органа будет сходиться зерно, требуемой влажности.

Выпрямитель и инвертор представляет преобразователь частоты. Применение трансформатора в первичной цепи резко увеличивает, стоимость всего индукционного нагревателя и приводит, к возрастанию массогабаритных размеров.

Известны преобразователи частоты [4,5], где для понижения напряжений применяют трансформаторы. Задача состоит в том, чтобы создать, такой преобразователь частоты, где не использовался бы понижающий трансформатор.

Для более полного анализа было выполнено моделирование в среде MatLabR12 v.6.0, этот пакет предназначен для решения математических вычислений любой сложности, для профессионального анализа и моделирования процессов в электрических и электронных цепях, статической обработки результатов измерений и экспериментов, а также построения графиков. При моделировании использовали библиотеку SimulinkLibraryBrowsers, а также SimPowerSystems [6].

На рисунке 4, показана схема моделирования однофазного транзисторно – тиристорного инвертора при чисто активной нагрузке.

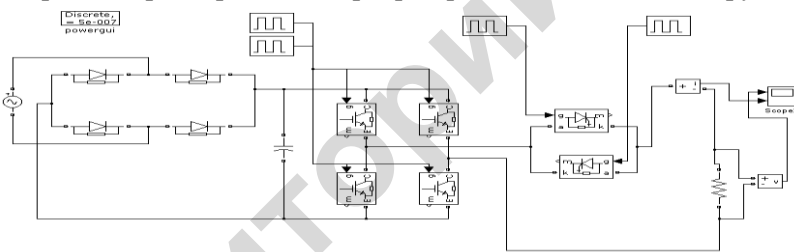


Рисунок 4. Схема моделирования транзисторно – тиристорного преобразователя частоты

Результаты моделирования показаны на рисунке 5 при чистой активной нагрузке. Как видно из рисунка при чистой активной нагрузке напряжение и ток в нагрузке имеет четкое выражение. Принцип работы транзисторно – тиристорного преобразователя частоты подтверждается.

На рисунке 6 показаны результаты моделирования при активно – индуктивной нагрузке. Как видно из рисунка напряжение и ток в нагрузке не имеет четкое выражение, и появляются выбросы напряжения, которые очень плохо будут влиять на работу транзисторно – тиристорного преобразователя частоты.

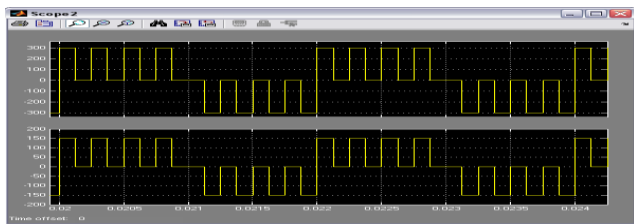


Рисунок 5. Результаты моделирования транзисторно – тиристорного преобразователя частоты при чистой активной нагрузке

Особенностью индукционного ввода энергии является возможность регулирования пространственного расположения зоны протекания вихревых токов. Во-первых, вихревые токи протекают в пределах площади, охватываемой индуктором. Нагревается только та часть тела, которая находится в магнитной связи с индуктором независимо от общих размеров тела. Во-вторых, глубина зоны циркуляции вихревых токов и, следовательно, зоны выделения энергии зависит, кроме других факторов, от частоты тока индуктора (увеличивается при низких частотах и уменьшается с повышением частоты). Для каждого процесса (поверхностная закалка, сквозной нагрев) существует оптимальный диапазон частот, обеспечивающий наилучшие технологические и экономические показатели. Для индукционного нагрева используют частоты от 50Гц до 5МГц.

1. Передача электрической энергии непосредственно в нагреваемое тело позволяет осуществить прямой нагрев проводниковых материалов. При этом повышается скорость нагрева по сравнению с установками косвенного действия, в которых изделие нагревается только с поверхности.

2. Передача электрической энергии непосредственно в нагреваемое тело не требует контактных устройств. Это удобно в условиях автоматизированного поточного производства, при использовании вакуумных и защитных средств.

3. Благодаря явлению поверхностного эффекта максимальная мощность, выделяется в поверхностном слое нагреваемого изделия. Поэтому индукционный нагрев при закалке обеспечивает быстрый нагрев поверхностного слоя изделия. Это позволяет получить высокую твердость поверхности детали при относительно вязкой середине. Процесс поверхностной индукционной закалки быстрее и экономичнее других методов поверхностного упрочнения изделия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будников, Д.А. Интенсификация сушки зерна активным вентилированием с использованием электромагнитного поля СВЧ: Автореф. дис.канд.тех.наук : 05.20.02 / Д. А. Будников. – Зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2007. – 16с.
2. Курушин, А. А., Пластиков, А.Н. Проектирование СВЧ устройств в среде CSTMicrowaveStudio / А. А. Курушин, А.Н. Пластиков, – М.:Издательство МЭИ, 2010. – 160 с.
3. Лыков, А.В. Теория переноса энергии и вещества / А.В. Лыков, Ю.А. Михайлов. – Минск: Изд-во Акад. Наук БССР, 1954. – 357с.
4. Лыков, А.В. Тепло- и массообмен в процессах сушки / А.В.

Гируцкий И.И. , д.т.н. А.Г. Сеньков, к.т.н.

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

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ КАК ФАКТОР ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Ключевые слова: энергосбережение, управление, кормораздача.

Key words: energy saving, control, feed distribution.

Аннотация. В статье рассматривается вопрос снижения энергозатрат на раздачу жидких кормов в свиноматке благодаря безлюдной технологии круглосуточного кормления животных.

Abstract. The article is focused on the issue of energy saving for technological process of distribution liquid feeds in a pigsty.

Механизация производства связана с непрерывным увеличением единичной мощности оборудования. Это обусловлено необходимостью повышения производительности труда человека, осуществляющего управление средствами механизации. Увеличение единичной мощности оборудования сопровождается ростом его металло- и энергоемкости. Создание автоматизированного оборудования, обеспечивающего выполнения технологического процесса без участия оператора позволяет избежать этой негативной тенденции.