

УДК 664.7.002.5.631.56

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ ЗЕРНА
АСТЫҚ ДАҚЫЛДАРЫН КЕПТІРУ ЖОЛДАРЫН ЖАҚСARTY ТӘСІЛДЕРІ

WAYS OF IMPROVING OF GRAIN DRYING PROCESS

Б.К. ТАРАБАЕВ*, А.П. ЖУРАВЛЁВ**, Л.М. САРЛЫБАЕВА***

B.K. TARABAYEV*, A.P. ZHURAVLYOV**, L.M. SARLYBAYEVA***

(* ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА, ** Казахский агротехнический университет
им. Сакена Сейфуллина, *** Алматинский технологический университет)
(* Федералды мемлекеттік білім беру мекемесі ЖКБ Самара мемлекеттік
ауылшаруашылық академиясы, ** Сакен Сейфуллин атындағы Қазақ аграрлық
университеті,

*** Алматы технологиялық университеті)

(* FSFEI HVE Samara SSAA, ** S.Seifullin Kazakh Agro Technical University,

*** Almaty Technological University)

E-mail: liman1964@mail.ru

Предложены способы повышения интенсификации процесса сушки зерна в современных аппаратах. Приведены новые подходы к конструированию зерносушилок с использованием агента сушки в псевдооживленном и комбинированном слое зерна на основе аэрожелоба закрытого типа.

Заманауи құрылғыларда астықты кептіру процесінің қарқынын арттыру жолдары ұсынылған. Қайнау және аралас кептіру агентінің және аралас астық кептіргіштер арналары бойынша жаңа жабық тәсілдерін жобалануы көрсетілген.

The ways of increase of intensification of the grain drying process in modern devices are proposed. There new approaches to the design of the grain dryers using the drying agent in the fluid bed and combined layer of a closed type airslide conveyor are presented.

Ключевые слова: зерносушилка, процесс, агент сушки, аэрожелоб.

Негізгі сөздер: астық кептіру, астықты кептірудің арнайы жолдары, кептіру агенті, арналары.

Key words: grain dryer, process, drying agent, airslide conveyor.

Введение

Решение проблемы снижения потерь при хранении огромных масс зерна тесно связано с разработкой более

совершенных конструкций зерносушильных установок.

Технология сушки зерна основана на использовании, в основном, трех методов. По первому методу предусматривается нагрев зерна,

испарение влаги в плотном малоподвижном слое. По второму методу - нагрев зерна в падающем слое (в виде дождя), испарение влаги также в плотном малоподвижном слое. По третьему методу - нагрев зерна и испарение влаги, как в плотном малоподвижном слое, так и в псевдооживленном (кипящем) слое, т. е. в комбинированном слое. Сушка зерна с использованием первого метода осуществляется в зерносушилках шахтного типа (ДСП-24, ДСП-24СН, ДСП-32, ДСП-32 ОТ, СЗШ-16, А1 ДСП-50, А1-УЗМ). Этот метод наиболее распространен как в Казахстане, так и за рубежом.

Основными недостатками шахтных зерносушилок являются:

1) обязательная очистка зерна перед сушкой, как от легких, так и от крупных примесей. Несоблюдение этого требования ведет к снижению производительности зерно-сушилки за счет засорения шахт и к загоранию зерна в шахтах. Полученные отходы после очистки сырого зерна требуют немедленной сушки;

2) невозможность снижения влажности зерна более 6% за один цикл сушки. Поэтому зерно колосовых культур влажностью более 20% необходимо направлять на сушку 2 и более раз;

3) невозможность сушки зерна разной влажности одновременно, что влечет за собой необходимость формирования партий зерна по влажности;

4) ограничение скорости фильтрации агента сушки и воздуха через слой зерна до 0,5 или до 5 м/с на выходе из отводящих коробов, увеличение скорости более 0,5 м/с приводит к выносу зерна из шахт через отводящие короба.

Интенсифицировать процесс сушки в зерносушилках любой конструкции можно за счёт: увеличения скорости фильтрации агента сушки через слой зерна; уменьшения толщины продуваемого зернового слоя; применения отлёжки зерна после испарения поверхностной влаги; повышения

температуры нагрева зерна. Технология сушки зерна в шахтных сушилках исчерпала все возможности по интенсификации процесса испарения влаги. В этих зерносушилках скорость фильтрации агента сушки через слой зерна не превышает 0,5 или 5,0 м/с - на выходе из коробов. Толщина продуваемого слоя в шахтных сушилках колеблется от 200 мм и более. Уменьшить этот параметр не позволяют конструктивные особенности шахт. Отлежка зерна после испарения поверхностной влаги из него во многих конструкциях шахтных сушилок не предусмотрена, хотя ее использование значительно сокращает расход топлива и электроэнергии. Как правило, интенсивность испарения влаги во второй зоне сушки очень низкая, хотя температура агента сушки и его расход очень высокие. Температура нагрева зерна ограничена его термоустойчивостью, при ее повышении выше режимных параметров ухудшается качество зерна [3, 4].

Решить проблему увеличения скорости фильтрации агента сушки (воздуха) можно за счет увеличения площади сечения отводящих коробов и увеличения их количества, то есть необходимо изменить существующую конструкцию шахт. Увеличить площадь сечения отводящих коробов в два раза по сравнению с подводящими коробами можно за счет конструктивного изменения отводящего короба с таким расчетом, чтобы отработанный агент сушки выходил через оба сечения короба, а не через одно, как задумано в современных зерносушилках (рис. 1). Используя оба варианта, можно повысить скорость фильтрации агента сушки в 2 и более раз и соответственно повысить производительность зерносушилки. Такое конструктивное решение использовано в зерносушилке «Целинная-40». Скорость фильтрации агента сушки и воздуха через слой зерна в шахте увеличена в 2,6 раза (рис. 2) [3].

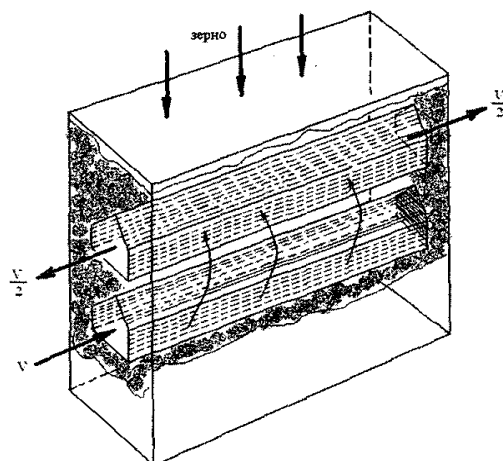
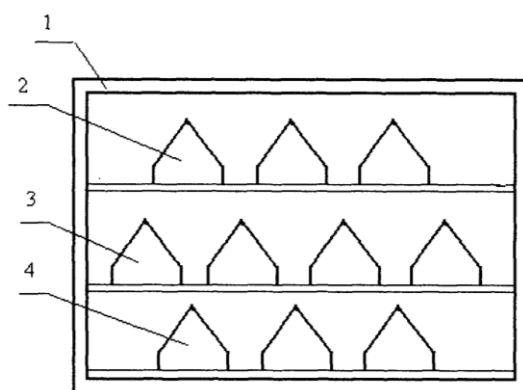


Рисунок 1 – Способ увеличения скорости фильтрации агента сушки через слой зерна

Секция шахты новой конструкции (рис.2) состоит из корпуса 1, в котором смонтированы три ряда коробов. Верхние 2 и нижние 4 короба являются отводящими и открыты с обоих концов, а средние 3 - подводящими коробами. Боковые стенки коробов 3 выполнены перфорированными. Шахты новой конструкции почти в три раза ниже существующей, коэффициент заполнения зерном шахты на 72% выше, количество

коробов в 45 раз меньше, скорость фильтрации в 2,6 раза больше.

Технология изготовления новой шахты значительно упрощена. Если для сравняваемой конструкции (зерносушилка ДСП-320Т) необходимо изготовить 1792 короба и в стенках шахты пробить 3584 отверстия для их монтажа, то для новой конструкции шахт необходимо изготовить 40 коробов и 64 отверстия для их монтажа.



1- корпус; 2,4- отводящий короб; 3 - подводящий короб

Рисунок 2 – Секция шахты зерносушилки новой конструкции

Сушка зерна с использованием второго метода осуществлена в зерносушилках рециркуляционного типа («Целинная-20», «Целинная-30», «Целинная-50», РД-2х25 и др.).

Основными недостатками этих зерносушилок являются:

1) сложность конструкции за счет необходимости дополнительных узлов при изготовлении и монтаже зерносушилки (камера нагрева, рециркуляционная нория, теплообменник);

2) повышенные требования при эксплуатации зерносушилки (необходимость

контроля загрузки рециркуляционной нории, контроля уровня зерна в теплообменнике и в бункере зерна над камерой нагрева);

3) ограничение скорости фильтрации агента сушки и воздуха до 0,5 м/с в шахтах зерносушилки.

Однако перечисленные недостатки компенсируются многими положительными факторами рециркуляционных зерносушилок:

1) увеличение производительности при реконструкции шахтных зерносушилок на рециркуляционный метод сушки на 40-50% за счет использования более высоких температур по нагреву зерна;

2) возможность одновременной сушки смеси зерна разной влажности;

3) возможность снижения высокой влажности зерна за один цикл сушки до заданных значений;

4) возможность использования очистки зерна перед сушкой только от крупных примесей и получения сухих отходов без использования сепараторов;

5) снижение удельного расхода топлива на 20-30% и удельного расхода электроэнергии на 10-15%.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования является зерно (пшеница).

В рециркуляционных зерносушилках допустимая температура нагрева зерна выше, чем в шахтных зерносушилках, так как термостойкость зерна зависит не только от температуры, но и от продолжительности его нагрева. В этих аппаратах продолжительность нагрева зерна составляет 2-3 с [1, 3]. Отлежка зерна, использование рециркуляции зерна и более высокая допустимая температура нагрева позволяют в рециркуляционных зерносушилках интенсифицировать в определенных пределах процесс испарения влаги в отличие от шахтных зерносушилок. Приведенный анализ показывает, что в современных зерносушилках возможность интенсифи-

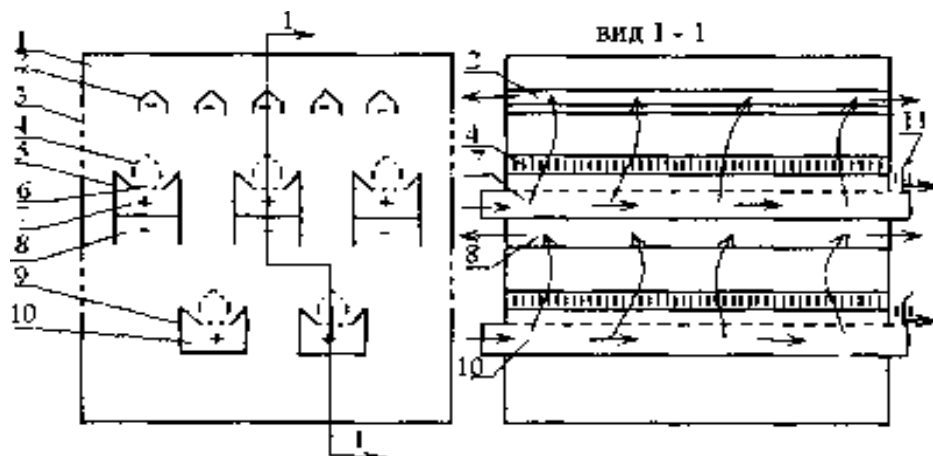
кации процесса сушки ограничены, поэтому нужны новые подходы к конструированию современной зерносушильной техники. Технология сушки зерна с использованием третьего метода, т.е. сушка в комбинированном слое перспективна [6]. Одним из вариантов интенсификации процесса испарения влаги является сушка зерна в псевдооживленном (кипящем) слое. В этом случае скорость испарения влаги значительно возрастает. Однако, как только испарится поверхностная влага, будет наблюдаться значительный перегрев зерна. По этой причине зерносушилок с использованием сушки в псевдооживленном слое не создано. Первым шагом использования псевдооживленного слоя было создание рециркуляционной зерносушилки «Целинная-100» производительностью 100 пл. т/ч [1, 2]. Испарение влаги из зерна в этом аппарате осуществляется как в псевдооживленном, так и в плотном слое при его продувке атмосферным воздухом, а нагрев зерна - в падающем слое с использованием камеры нагрева [5, 6]. Опыт их эксплуатации показал, что использование комбинированного слоя при сушке зерна значительно повышает интенсивность испарения влаги. Однако наличие камеры нагрева значительно усложняет конструкцию этой зерносушилки, увеличивает ее высоту. Если решить проблему нагрева зерна в псевдооживленном слое с одновременным испарением влаги без перегрева зерна, эффективность такой сушки существенно возрастет. Решение этой проблемы и научно-обоснованную технологию сушки зерна предлагают авторы.

Результаты исследований

На рисунке 3 приведена схема модуля зерносушилки, состоящего из аэрожелобов закрытого типа [7] двух модификаций 5 и 9, отводящих коробов 2, перфорированной стенки 3 [3]. Аэрожелоб, 5 в отличие от аэрожелоба 9, имеет канал 8 для отвода отработанного воздуха из зерносушилки. Первый ряд

аэрожелобов предназначен для нагрева и сушки зерна при подаче агента сушки в канал 7. Зерно на перфорированной решётке 6 псевдооживается, быстро нагревается, скорость сушки возрастает в несколько раз по сравнению с плотным малоподвижным слоем. Отработанный в псевдооживленном слое агент сушки через

перфорацию короба 4 и плотный малоподвижный слой зерна выводится в атмосферу через короба 2 и перфорированную стенку 3. Процесс сушки осуществляется как в псевдооживленном слое, так и в плотном малоподвижном, т.е. в комбинированном слое.

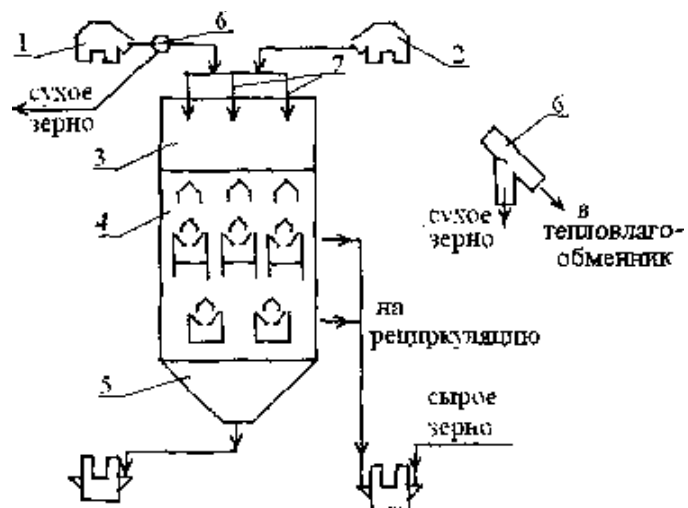


- 1 - корпус; 2 - отводящий короб; 3 - перфорированная стенка; 4 - короб аэрожелоба; 5 - аэрожелоб;
 6 - перфорированная решётка; 7 - канал подвода агента сушки; 8 - канал отвода обработанного воздуха; 9 - аэрожелоб; 10 - канал подвода атмосферного воздуха; 11 - задвижка

Рисунок 3 – Модель зерносушилки

Технологическая схема сушки зерна в комбинированном слое приведена на рисунке 4. Схемой предусмотрена рециркуляция зерна после сушки и охлаждения зерна в псевдо-ожиженном слое в аэрожелобах с последующей отлёжкой смеси рециркулирующего и сырого зерна [1, 2]. Такое решение позволяет быстро испарить поверхностную влагу из зерна в аэрожелобах и тем самым интенсифицировать процесс сушки, затем осуществить отлёжку смеси зерна в теплообменнике 3. В теплообменнике часть влаги от сырого зерна перераспределится на рециркулирующее зерно и останется на его поверхности. За период теплообмена влага из центральных слоев рециркулирующего зерна будет перемещаться к поверхностным слоям. В

теплообменнике температура рециркулирующего зерна понизится за счет нагрева сырого зерна. Таким образом, в теплообменнике полностью выравнивается температура рециркулирующего и сырого зерна и частично влажность. После теплообменника 3 зерно поступает в модуль 4, где зерно сушится и охлаждается как в плотном малоподвижном, так и в псевдоожиженном слое. При этом следует отметить, что процесс испарения влаги будет осуществляться в первый период постоянной скорости сушки без перегрева зерна. Температуру нагрева зерна можно регулировать изменением температуры агента сушки и продолжительностью сушки в аэрожелобах, регулируя её задвижкой 11 (рис.3).



1 - нория сухого зерна; 2 - рециркуляционная нория; 3 - теплообменник; 4 - модуль зерносушилки; 5 - выпускное устройство; 6 - узел поддержания уровня зерна; 7- самотечные трубы

Рисунок 4 – Технологическая схема зерносушилки

Процесс сушки в предложенном аппарате можно осуществить по двум вариантам (рис. 4). Если сушилка заполнена сырым зерном, то нория 1 настраивается на рециркуляцию зерна. Используя обе нории на полную рециркуляцию с подачей агента сушки в модуль 4, необходимо высушить все зерно, находящееся в зерносушилке. После этого зерносушилка переводится на работу по второму варианту. Для этого в норию 2 подается сырое зерно, туда же продолжает поступать рециркулирующее зерно с аэрожелобов. Смесь зерна после нории 2 направляется в теплообменник 3. При заполнении теплообменника зерном до уровня погружённых в него самотёчных труб 7, сухое зерно норией 1 будет выводиться из зерносушилки. Для автоматического поддержания заданного уровня зерна в теплообменнике 3 используется устройство 6. Главным условием работы этого устройства является то, чтобы объем выпуска сухого зерна в норию 1 был несколько больше объема подачи сырого зерна в норию 2. В этом случае меньшая часть сухого зерна после нории 1 будет постоянно направляться в теплообменник 3, а большая часть после узла 6 - выводиться из сушилки.

Выводы

Обобщая приведенный материал, можно сделать определенные выводы:

1) интенсифицировать процесс сушки зерна можно за счет увеличения скорости фильтрации агента сушки через слой зерна в 2 и более раза;

2) интенсифицировать процесс сушки зерна можно путем использования технологии сушки зерна в комбинированном слое.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Журавлев А. П. Технология сушки зерна в комбинированном слое //Хлебопродукты. - 2012. - № 7. – С. 42-43.
2. Журавлев А. П. Сушка зерна в псевдо-ожиженном слое / А. П. Журавлев, С. С. Ягунин. //Хлебопродукты. - 2005. - № 4. – С. 60-61.
3. Журавлев А.П. Зерносушение и зерносушилки: монография. – Кинель: РИЦ СГСХА, 2014. – 293 с.
4. Резчиков В. А. Технология зерносушения / В.А. Резчиков, О. Н. Налеев, С. В. Савченко. – Алма-Ата: АТУ, 2000. – 364 с.
5. Тарабаев Б. К. Камера нагрева рециркуляционной зерносушилки. А.С. 1170252 (СССР). опубл. Бюл. №1 от 15.01.1998.
6. Тарабаев Б. К. Технологические основы рециркуляционной сушки зерна: Монография. – Алматы: ТОО «Издательство LEM», 2014. – 211 с.
7. Журавлев А.П., Комышкин Л.Д. Рециркуляционная зерносушилка А.С. 861904 (СССР) Каз. ф-л ВНИИЗ опубл. Бюл. №3 от 07.09.1981.