

IMPROVING THE EFFICIENCY OF USE UNCONVENTIONAL ENERGY RESOURCES IN RURAL TERRITORIES OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Annotation

The tendencies of development of renewable energy, the current use of the potential of renewable energy in Belarus, a significant part of which is available in rural areas. Submitted to the economic characteristics of the most promising types of renewable sources of energy for Belarus. Recommendations for further development of this energy sector in our country.

УДК 631.362:633.55

Романюк Н.Н., Сашко К.В., Горный А.В., Есипов С.В.

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ КОНВЕКТИВНЫХ ЗЕРНОСУШИЛОК

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы, связанные с сушкой зерна конвективным способом. Предложены оригинальные конструкторские решения по модернизации сушилок, позволяющие увеличить толщину слоя высушиваемого материала, уменьшить скорость его передвижения вниз по наклонным перфорированным полкам и увеличить время воздействия сушильного агента, что обеспечит выполнение всего технологического процесса сушки, повысит производительность, надежность и эффективность работы зерносушилки.

Ключевые слова: зерно, конвективная зерносушилка, лопастной винт, оригинальная конструкция, конвекция, активные рыхлители, обрабатываемый материал, решетчатая поверхность.

Введение

Сушка, досушивание и активное вентилирование зерновых масс является одним из энергоемких процессов, требующих сложной и дорогостоящей материальной базы. В Республике Беларусь ежегодно требуют сушки или досушивания до 80% намолачиваемого зерна при его последующей обработке. На осуществление этих ресурсоемких процессов приходится 30 – 50% расхода топлива, 15 – 25% металла, до 10% трудозатрат и 85–90% электроэнергии от общих затрат на производство зерна. В настоящее время в сельскохозяйственных предприятиях республики имеется около 3,3 тыс. зерноочистительно-сушильных комплексов и 1,3 тыс. отдельно установленных зерносушилок. Однако срок службы большинства комплексов и входящих в них машин и оборудования превысил 15 лет. Они не способны в требуемые агротехнические сроки осуществить обработку выращенного зерна. В результате дефицит зерноочистительно-сушильных мощностей в республике составляет около 30 % [1]. Поэтому разработка и освоение производства на предприятиях Республики Беларусь техники для послеуборочной обработки, хранения зерна и семян является важной задачей продовольственной безопасности страны.

Цель работы заключается в повышении производительности, надежности и эффективности работы зерносушилок.

Основная часть

Для сушки семенного зерна используют шахтные, барабанные, карусельные и другие виды сушилок. Карусельные сушилки, в частности сушилка СКУ 10, позволяет создать наиболее щадящий для зерна режим сушки, обеспечивая изменение температуры агента сушки от температуры наружного воздуха до температуры $+80^{\circ}\text{C}$ [2].

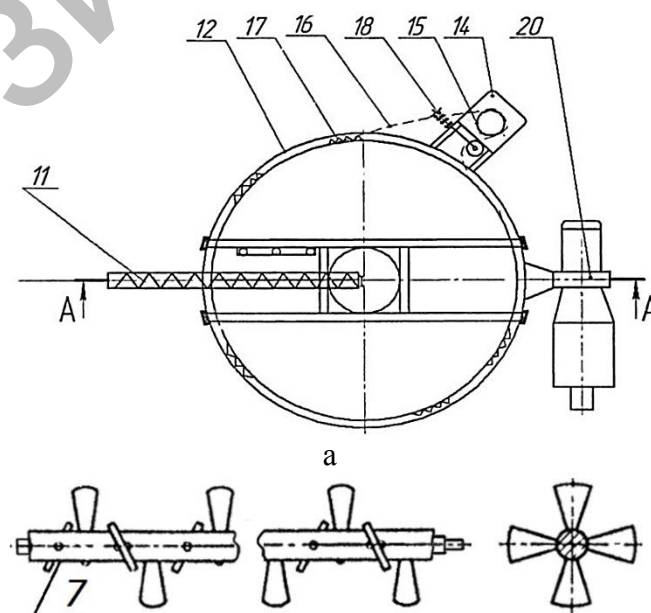
Проведенный патентный поиск показал, что известна карусельная сушилка, содержащая раму, обнесенную герметичным кожухом, в котором выполнено окно для подачи теплоносителя, кольцевую сушильную камеру с перфорированным днищем, центральную ось, установленные на раме под камерой ролики, загрузочное и разгрузочное устройство с отсекателем, имеющим козырек, выгрузной транспортер, привод сушильной камеры, направляющий лоток [3].

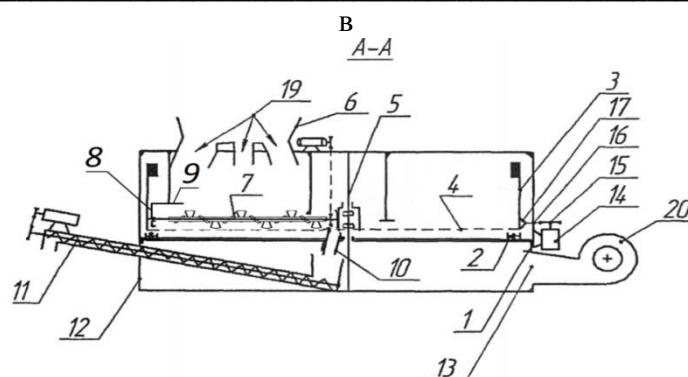
Недостатком данной карусельной сушилки является неравномерная влажность обрабатываемого материала, так как разгрузочное устройство, выполненное в виде шнека, выгружает одновременно очень сухой материал, расположенный у перфорированного днища и более влажный материал, расположенный у кромки отсекателя, что ухудшает общее качество обработанного материала.

В результате проведенных исследований в Белорусском государственном аграрном техническом университете разработано разгрузочное устройство в виде лопастного винта, применение которого позволяет активно перемешивать обрабатываемый материал, при этом интенсифицируется процесс сушки и весь слой обрабатываемого материала, расположенный от перфорированного днища до отсекателя, приобретает одинаковую влажность [4].

На рисунке 1, а представлена схема карусельной сушилки, на рисунке 1, б – разрез по А-А, на рисунке 1, в – общий вид лопастного винта.

Карусельная сушилка состоит из рамы 1, на которой на роликах 2 установлена кольцевая сушильная камера 3 с перфорированным днищем 4. Внутри кольцевой сушильной камеры 3 установлена центральная ось 5, жестко крепящаяся к раме 1 и на которой закреплены загрузочное устройство 6 и разгрузочное устройство, выполненные в виде лопастного винта 7 с отсекателем 8, имеющим козырек 9.





б

Рисунок 1 – Карусельная сушилка

Выгрузной конец лопастного винта 7 расположен над направляющим лотком 10. Под направляющим лотком 10 установлен выгрузной транспортер 11. Рама 1 обнесена герметичным кожухом 12, в котором выполнено окно 13 для подачи теплоносителя. На раме 1 установлена приводная станция 14, ведущая звездочка 15 которой соединена цепной передачей 16 с зубчатыми секторами 17 привода сушильной камеры 3. Цепная передача 16 снабжена автоматическим натяжным устройством 18. В днище загрузочного устройства 6 установлены распределители 19 зернового потока. Теплоноситель подается в сушилку теплогенератором 20.

Карусельная сушилка работает следующим образом.

Перед загрузкой включают приводную станцию 14, от которой вращение через ведущую звездочку 15 передается цепной передачей 16 на зубчатые секторы 17 кольцевой сушильной камеры 3. Зерновой материал через загрузочное устройство 6 равномерно поступает на перфорированное днище 4 кольцевой сушильной камеры 3. По мере загрузки сушильной камеры через окно 13 в кожух 12 подается теплоноситель, например, теплый воздух, который равномерно пронизывает через перфорацию днища весь слой сыпучего материала. Первыми высыхают нижние слои сыпучего материала. После этого включают лопастной винт 7, который активно перемешивает, расположенный в зоне его действия, обрабатываемый материал, продвигая его к направляющему лотку 10. При этом интенсифицируется процесс сушки, а весь слой обрабатываемого материала, расположенный от перфорированного днища 4 до отсека 8 приобретает одинаковую влажность.

Лопастной винт 7 оказывает меньшее сопротивление вращению днища 4. Материал, собранный и перемещаемый лопастным винтом 7 попадает в выгрузной транспортер 11.

После просушки первого слоя материала сушилка может работать в поточном режиме. Ослабевание приводной цепи автоматически устраняется натяжным устройством 18.

Большинство зерносушилок, применяемых в сельском хозяйстве используют конвективный способ сушки зерна. При конвективном способе сушки агент сушки служит не только для подвода и передачи тепла к зерну, но и одновременно для поглощения испарившейся из него влаги. Конвективный способ сушки применяют при разном состоянии зернового слоя: плотном, разрыхленном, пересыпающемся или падающем.

Конвективную сушку разрыхленного, или кипящего, слоя осуществляют на сетке (решетке). На ней зерно продувается агентом сушки со скоростью 1,0...1,2 м/с [5]. В зависимости от скорости агента сушки зерновой слой имеет разную степень разрыхления, начиная от слабо разрыхленного до кипящего напоминающего по виду сильно кипящую жидкость. Зерно перемещается к выходу при незначительном наклоне сетки. Чем больше скорость продувания зернового слоя, тем сильнее оно перемешивается. При больших

площадях сетки не обеспечивается равномерное продувание зернового слоя. В связи с этим наблюдается неравномерность нагрева и сушки зерна.

Известна конвективная сушилка, включающая вертикальную шахту прямоугольного сечения с загрузочным бункером и разгрузочным устройством, состоящую из изолированных друг от друга по сушильному агенту и установленных друг над другом секций с наклонными перфорированными полками, образующими зигзагообразный канал для перемещения высушиваемого материала от загрузочного бункера к разгрузочному устройству, при этом каждая секция содержит подводящие и отводящие коллекторы сушильного агента, а каждая наклонная перфорированная полка представляет собой рамку, на которой закреплена перфорированная решетка с образованием окна в нижней ее части по всей ширине для выгрузки высушиваемого материала из вышерасположенной полки на нижерасположенную, в каждой секции под окном в перфорированной наклонной полке выполнены окна таким образом, чтобы высушиваемый материал пересыпался на верхнюю часть нижерасположенной перфорированной наклонной полки, последняя перфорированная наклонная полка установлена в зоне разгрузочного устройства и выполнена без окна для выгрузки материала [6].

Недостатком данной конвективной сушилки является низкая производительность, надежность и эффективность, так как из-за тонкого слоя высушиваемого материала, который перемещается по наклонным перфорированным полкам и малого времени соприкосновения с сушильным агентом, он не успевает пройти весь технологический процесс сушки: нагрев материала, процесс сушки, процесс падающей скорости сушки, а вибрация снижает надежность самой сушилки.

В Белорусском государственном аграрном техническом университете разработана оригинальная конструкция конвективной сушилки, у которой отверстия в перфорированных полках выполнены в виде продольных пазов, с шириной меньше наименьших размеров высушиваемого материала, в которые входят лопасти активных рыхлителей, установленных под наклонными перфорированными полками [7].

На рисунке 2, а изображен общий вид конвективной сушилки, а на рисунке 2, б - конструкция перфорированной наклонной полки, на рисунке 2, в – расположение активных рыхлителей, установленных под перфорированными наклонными полками.

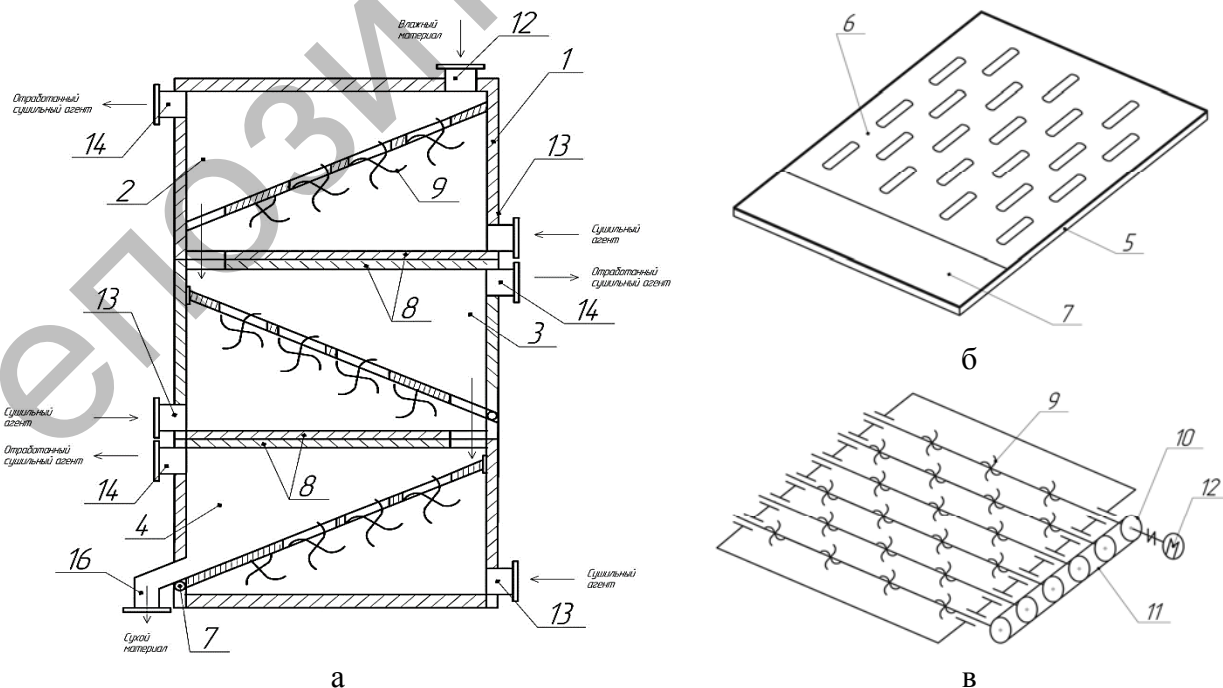


Рисунок 2 – Конвективная сушилка

Конвективная сушилка содержит вертикальную шахту 1 прямоугольного сечения, состоящую из установленных друг над другом трех секций 2, 3, 4 (количество секций зависит от вида сыпучих материалов). Каждая секция имеет перфорированную наклонную полку, представляющую собой рамку 5, на которой закреплена перфорированная решетка 6 с образованием окна 7 в нижней ее части по всей ширине. При этом в местах соединения секций под окном 7 в горизонтальных полках 8 выполнены окна таким образом, чтобы высушиваемый материал пересыпался на верхнюю часть нижерасположенной перфорированной наклонной полки. Последняя перфорированная наклонная полка выполнена без окна. Все перфорированные наклонные полки соединены с внутренней стенкой шахты 1, под ними установлены активные рыхлители 9, лопасти которых входят в продольные пазы перфорированных решеток 6. Ширина продольных пазов перфорированных решеток 6 меньше наименьших размеров высушиваемого материала. На конце каждого вала активных рыхлителей установлены звездочки 10, соединенные между собой цепью 11 и приводимые во вращение приводом 12. К секциям 2, 3, 4 с внешней стороны подключены подводящие 13 и отводящие 14 коллекторы сушильного агента. Шахта оборудована загрузочным бункером 15 для подачи влажного материала и разгрузочным устройством 16.

Конвективная сушилка работает следующим образом.

Высушиваемый материал, поступающий через загрузочный бункер 15, перемешивается лопастями активных рыхлителей 9 и перемещается вниз по перфорированной наклонной полке секции 2. Толщина перемещаемого слоя высушиваемого материала определяется высотой выступов активных рыхлителей 9 над перфорированной наклонной полкой, а скорость его движения регулируется частотой вращения привода 12. При этом снизу через решетку 6 перфорированной наклонной полки с высушиваемым материалом проходит сушильный агент, подаваемый через подводящий коллектор 13, который обеспечивает выполнение технологического процесса сушки: нагрев материала, процесс сушки, процесс падающей скорости сушки. Отработанный сушильный агент выходит из секции через отводящий коллектор 14.

Подсушенный материал из верхней секции 2 через окно 7 пересыпается на верхнюю часть нижерасположенной перфорированной наклонной полки секции 3 и поступает на последнюю перфорированную наклонную полку, которая выполнена без окна для выгрузки материала, и выводится из шахты разгрузочным устройством 13. В секциях 3 и 4 технологический процесс сушки материала аналогичен процессу сушки в секции 2.

Наличие активных рыхлителей, установленных под наклонными перфорированными полками, позволяет увеличить толщину слоя высушиваемого материала, уменьшить скорость передвижения его вниз по наклонным перфорированным полкам и увеличить время воздействия сушильного агента, что обеспечит выполнение всего технологического процесса сушки, повышает производительность, надежность и эффективность работы зерносушилки.

Выводы

1. Разработка и освоение производства на предприятиях Республики Беларусь техники для послеуборочной обработки, хранения зерна и семян является важной задачей продовольственной безопасности страны. Применение высокопроизводительных сушилок значительно снижает время на подготовку зерна к длительному хранению, уменьшает потери зерна в поле в период уборки урожая, а также позволяет в достаточно сжатые сроки и с минимальными потерями произвести процесс передачи зерна с поля на склад длительного хранения.

2. Предложены оригинальные конструкторские решения по модернизации сушилок, позволяющие увеличить толщину слоя высушиваемого материала, уменьшить скорость

его передвижения вниз по наклонным перфорированным полкам и увеличить время воздействия сушильного агента, что обеспечит выполнение всего технологического процесса сушки, повысит производительность, надежность и эффективность работы зерносушилки.

Литература

1. Послеуборочная обработка зерна в Беларуси. Проблемы и перспективы. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://old.agriculture.by/archives/1544>. Дата доступа: 14.01.2017.
2. Сушилки карусельные универсальные СКУ. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.tsm.tvcom.ru/sush.htm>. Дата доступа: 15.01.2017.
3. Карусельная сушилка: патент на изобретение РФ №2426047 С1, кл. МПК F26B15/04/ М.Г. Желтунов, С.С. Куркин ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Алтайский государственный аграрный университет". – №2010109976/06; заявл. 16.03.2010 ; опубл. 10.08.2011//Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. – 2011. – бюл. №22.
4. Карусельная сушилка: патент 8209 U Респ. Беларусь, МПК F26B15/04/К.В. Сашко, Н.Н. Романюк, А.В. Горный, А.В. Щетько ; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № и 20110797; заявл. 17.10.2011; опубл. 30.04.2012//Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – №2. – С.251–252.
5. Конвективный способ сушки зерна. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/preview/2787856>. Дата доступа: 15.01.2017.
6. Патент на изобретение РФ №2377488 С1, кл. МПК F26B17/12, 2009.
7. Конвективная сушилка: патент 8534 U Респ. Беларусь, МПК F 26B 17/12/К.В. Сашко, Н.Н. Романюк, А.В. Горный, Н.П. Ким, А.В. Щетько; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № и 20111085; заявл. 30.12.2011; опубл. 30.08.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 4. – С.229–230.

Romanyuk N.N., Sashko K.V., Gornyi A.V., Esipov S.V.

IMPROVING THE DESIGN OF CONVECTIVE DRYERS

Summary

The article discusses issues related to grain drying by convective method. The proposed original design for the modernization of dryers, which allows to increase the thickness of the layer of the dried material, reduce the speed of movement down the inclined perforated shelves and increase the time of exposure to a drying agent that will ensure the implementation of the whole technological process of drying, increase the productivity, reliability and efficiency of the dryer.

Keywords: grain, convective dryer, blade, original design, convection, active rippers, processed material, the lattice surface.