

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 13728

(13) С1

(46) 2010.10.30

(51) МПК (2009)

F 26B 3/00

F 26B 17/12

(54) СПОСОБ СУШКИ ЗЕРНА В МНОГОЗОННОЙ СУШИЛКЕ

(21) Номер заявки: а 20070571

(22) 2007.05.16

(43) 2008.12.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Хрусталеv Борис Михайлович; Байлук Николай Данилович; Акельев Валерий Дмитриевич; Сизов Валерий Дмитриевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) SU 1590889 A1, 1990.

RU 2183308 C2, 2002.

SU 1790726 A3, 1993.

RU 2267067 C2, 2005.

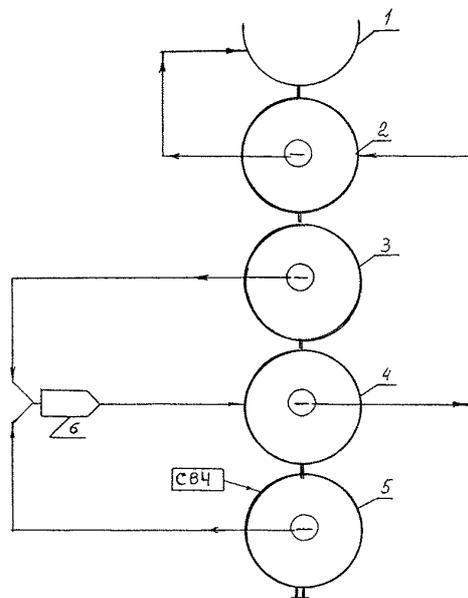
DE 19714355 A1, 1998.

WO 89/12207 A1.

FR 2704633 A1, 1994.

(57)

Способ сушки зерна путем последовательного прохождения зерна через зоны предварительного нагрева, подсушки, охлаждения, досушивания, охлаждения после досушивания с отлежкой зерна в каждой зоне, с продувкой его подогреваемым перед зоной подсушки и досушивания воздухом и обработкой в СВЧ-поле, отличающийся тем, что подсушку, охлаждение, досушивание и охлаждение после досушивания зерна проводят просасыванием подогретого воздуха сквозь слой зерна, а на время отлежки зерна просасывание воздуха прекращают, обработку зерна в СВЧ-поле проводят в период убывающей скорости сушки на заключительном этапе перед охлаждением после досушивания.



Фиг. 2

ВУ 13728 С1 2010.10.30

ВУ 13728 С1 2010.10.30

Изобретение относится к технике сушки зерна и может быть использовано в сельском хозяйстве.

Известен способ сушки зерна [1] в гравитационно движущемся слое с последовательным прохождением материала через верхний накопительный блок предварительного нагрева, средний сушильный блок основной сушки, нижний сушильный блок охлаждения зерна путем повторного использования теплоносителя, прошедшего через слой зерна, и использования атмосферного воздуха, подогретого в процессе охлаждения зерна после сушки.

Недостатками этого способа являются:

неравномерность распределения воздуха в блоках предварительного нагрева и основной сушки, возможность образования неветилируемых зон за счет кольматации при нагнетании воздуха в слой зерна;

возможность увлажнения зерна в верхнем блоке предварительного нагрева за счет конденсации паров воздуха, подаваемого из воздухораспределительной камеры среднего блока основной сушки.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому является способ сушки зерна в многозонной сушилке [2] путем последовательного прохождения материала через зоны предварительного нагрева, подсушки, охлаждения, досушивания и охлаждения после досушивания, с продувкой его воздухом, подогреваемым перед зоной досушивания, и материал, после отлежки между зонами подсушки и досушивания, дополнительно обрабатывают в поле СВЧ с последующим промежуточным охлаждением, а отлежку проводят после прохождения каждой зоны.

Недостатки прототипа заключаются в том, что:

зерно подвергается обработке в поле СВЧ-энергии между зонами подсушки и промежуточного охлаждения, т.е. в период постоянной скорости сушки, когда влага и без того легко испаряется по мере прогрева материала в процессе обработки его нагретым воздухом без влияния СВЧ-энергии;

подсушку, досушивание, предварительное и окончательное охлаждение зерна осуществляют с промежуточной отлежкой. Это нецелесообразно в связи с тем, что обработка зерна в нижних наклонных сетчатых колонках осуществляется воздухом той же температуры, что и в верхних наклонных сетчатых колонках, а продолжительность отлежки равна по времени продолжительности обработки зерна воздухом в наклонных колонках, хотя выравнивание температуры в массе зерна осуществляется за счет теплопроводности, а нагревание его осуществляется за счет конвекции ($\lambda \approx 0,35$ Вт/(м °С); $\alpha_k \approx 6,98$ Вт/(м² °С)), т.е. времени на отлежку должно быть значительно больше, и считать отлежкой зерна время его движения в вертикальных участках со сплошными стенками не корректно;

продувание зерна воздухом осуществляется путем нагнетания воздуха в слой зерна, что создает неветилируемые зоны за счет кольматации и способствует неравномерности обдувания зерновок.

Задача, решаемая изобретением, заключается в интенсификации процесса сушки, экономии за счет этого топливно-энергетических ресурсов, а также экономии материальных ресурсов и сокращении трудозатрат при реализации предлагаемого способа.

Поставленная задача решается тем, что в способе сушки зерна в многозонной сушилке путем последовательного прохождения материала через зоны предварительного нагрева, подсушки, охлаждения, досушивания, охлаждения после досушивания, с отлежкой зерна после прохождения каждой зоны, с продувкой его воздухом, подогреваемым перед зоной досушивания и обработкой в СВЧ-поле, предлагается подсушку, охлаждение, досушивание и охлаждение после досушивания зерна проводить просасыванием воздуха сквозь слой зерна, а на время отлежки зерна просасывание воздуха прекращать, кроме того, обработку зерна в СВЧ-поле проводить в период убывающей скорости сушки на заключительном этапе перед охлаждением после досушивания. Механизм испарения влаги при

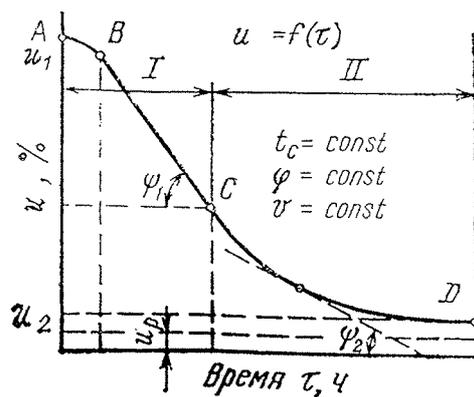
СВЧ-сушке в настоящее время активно изучается. Установлено, что материал, в отличие от конвективной сушки, нагревается не снаружи, а изнутри. Поэтому, вследствие тепло- и влагоотдачи, температура на поверхности зерен может быть меньше, чем в их центре. Это приводит к тому, что градиенты давления и температуры при СВЧ-сушке совпадают и направлены от центра к периферии материала, что способствует интенсификации выделения влаги из зерен. На практике часто используется комбинированная сушка (конвективная сушка + СВЧ). Это объясняется тем, что при сушке зерна экономически нецелесообразно весь цикл обработки проводить с помощью СВЧ-энергии. Поэтому она используется лишь на заключительном этапе, когда содержание влаги мало и процесс ее удаления обычными методами связан с непроизводительными потерями теплоты.

На чертежах представлены кривая сушки зерна (фиг. 1) и блок-схема технологического процесса, реализующего способ сушки зерна в многозонной сушилке (фиг. 2). Кривая сушки характеризует изменение средней интегральной влажности зерна (u) во время (τ). В начале процесса влажность зерна уменьшается незначительно, зерно прогревается, потом испарение влаги усиливается. Это первый период сушки, период постоянной скорости сушки. Затем скорость сушки снижается. Это период убывающей скорости сушки.

В соответствии с блок-схемой сырое зерно нагревают в зоне предварительного нагрева 1, после чего проводят подсушку в зоне 2, охлаждение в зоне 3, досушивание в зоне 4 и охлаждение в зоне 5. В зоне 5 перед охлаждением зерно подвергают обработке в СВЧ-поле. В каждой зоне ведется отлежка без просасывания воздуха. В процессе отлежки осуществляется выравнивание температуры зерна. Во всех зонах нагрева и охлаждения зерно взаимодействует с потоком воздуха, который создается путем просасывания его сквозь слой зерна в такой последовательности: сначала атмосферный воздух просасывают через зоны охлаждения зерна 3, 5, при этом воздух подогревается, утилизируя теплоту высушиваемого зерна при остывании его. Расход воздуха поддерживают в пределах 2,5...3,5 м³/ч на 1 кг зерна. Затем этот воздух нагревают в подогревателе 6 до температуры 85...90 °С. Нагретый до температуры 85...90 °С воздух просасывают сквозь слой зерна в зоне досушивания 4, где он охлаждается до температуры 60...65 °С. Этот воздух просасывают через слой зерна в зоне подсушки 2, потом воздух, использованный в зоне подсушки 2 с температурой 35...40 °С, подается в зону предварительного нагрева 1 и после использования его в этой зоне выбрасывается в атмосферу. В зоне 5, после досушивания зерна в зоне 4, его обрабатывают в СВЧ-поле перед охлаждением. Использование этого приема в период убывающей скорости сушки в сочетании с остальными стадиями процесса приводит к существенной интенсификации процесса сушки.

Источники информации:

1. Патент RU 000218330800, МПК⁷ F 26B 17/12, 2005.
2. А.с. СССР 1590889 А1, МПК F 26B 3/06, 1990.



BC - период постоянной скорости сушки
CD - период убывающей скорости сушки

Фиг. 1