

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 23315

(13) С1

(46) 2021.02.28

(51) МПК

В 02С 4/06

(2006.01)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОДНОВРЕМЕННОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ НЕСКОЛЬКИХ ВИДОВ ЗЕРНА И СПОСОБ ОДНОВРЕМЕННОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ НЕСКОЛЬКИХ ВИДОВ ЗЕРНА

(21) Номер заявки: а 20190073

(22) 2019.03.15

(43) 2020.10.30

(71) Заявитель: Учреждение образования
"Белорусский государственный аграрный
технический университет"
(ВУ)

(72) Авторы: Шило Иван Николаевич;
Воробьев Николай Александрович;
Дрозд Сергей Александрович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-
зования "Белорусский государственный
аграрный технический университет"
(ВУ)

(56) RU 2598909 C2, 2016.

ВУ 14696 C1, 2011.

ВУ 15375 C1, 2012.

RU 2371262 C1, 2009.

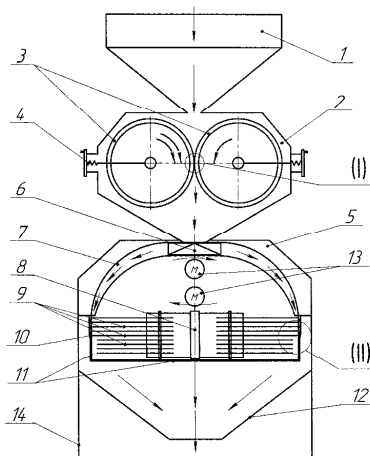
RU 2477178 C2, 2013.

UA 52504 U, 2010.

US 5368239 A, 1994.

(57)

1. Устройство для одновременного измельчения нескольких видов зерна, содержащее бункер, вальцовую секцию, включающую два вальца, связанные с механизмом регулировки межвальцового зазора, молотковую секцию, включающую ротор с шарнирно закрепленными на нем молотками, отличающееся тем, что бункер выполнен с перегородками, образующими секции для нескольких видов зерна, вальцы выполнены с возможностью вращения с разными окружными скоростями, отношение которых составляет от 1,12 до 1,28, и установлены под углом друг к другу с образованием для каждого из измельчаемых



Фиг. 1

видов зерна межвальцовых зазоров, которые согласованы с секциями упомянутого бункера, молотковая секция содержит ускоритель зерен, выполненный с возможностью вращения в противоположную сторону относительно ротора молотковой секции, выполненного с вертикальной осью вращения, и направляющую, выполненную с возможностью равномерной подачи зерен на упомянутый ротор, в верхней части которого установлена дека с рифлями, выполненными с углами наклона, обеспечивающими движение зерен вниз и удар зерен о ее поверхность под углом, близким к прямому, при этом длина молотков, установленных в нижней части упомянутого ротора, меньше длины молотков, установленных в его верхней части.

2. Способ одновременного измельчения нескольких видов зерна в устройстве по п. 1, при котором измельчают упомянутые виды зерна в две ступени, при этом на первой ступени осуществляют деформацию зерен со сдвигом, вращая установленные под углом друг к другу валцы с разными окружными скоростями, отношение которых составляет от 1,12 до 1,28, исключая компрессионное сжатие зерен, а на второй ступени осуществляют измельчение зерен, подавая их ускорителем на ротор молотковой секции.

Изобретение относится к сельскому хозяйству, в частности к устройствам для измельчения зерна, и может быть использовано в зерноперерабатывающей и комбикормовой промышленности.

Известен способ плющения фуражного зерна [1], включающий подачу поступающего на плющение влажного зерна в питательный бункер вальцового станка, из него дозированное направление зерна питающим валцом на плющение валцами, обработку полученного плющеного зерна консервантом через форсунку, установленную за нижним очищающим ножом, при этом подлежащее плющению зерно при его влажности выше 28 % подается на одноступенчатое плющение, а при влажности зерна 28 % и ниже оно подается на двухступенчатое плющение.

Недостатками данного технического решения являются большой размер получаемых частиц зерна, высокие удельные энергозатраты при работе машины на малых межвальцовых зазорах, отсутствие возможности эффективного одновременного измельчения различных видов зерновых.

Известен способ измельчения фуражного зерна [2], включающий загрузку, измельчение, сепарирование вороха и рециркуляцию схода, отличающийся тем, что рециркуляцию схода осуществляют под действием вакуума, создаваемого ротором дробильной камеры, путем последовательного продвижения схода из камеры сепарации по вакуумной системе в зону всасывания дробильной камеры регулируемо, при этом зона всасывания ограничена $0,5R$ от оси ротора дробильной камеры, где R - расстояние от оси ротора дробильной камеры до измельчающей плиты, а регулирование массы схода производят на выходе его из камеры сепарации в зависимости от производительности устройства.

Недостатками данного технического решения являются низкая производительность, высокие удельные энергозатраты при получении мелкого помола, отсутствие возможности эффективного одновременного измельчения различных видов зерновых и наличие пылевидной фракции, обусловленной одновременным измельчением как целого, так и разрушенного, но не выведенного из камеры зерна, что приводит к соударению значительно отличающихся по размеру и массе частиц с интенсивным разрушением мелкой фракции и, как следствие, переизмельчением [3].

Известен вальцовый станок [4], содержащий три горизонтально установленных валца, образующих две ступени измельчения между быстроходным валцом с подшипниковыми опорами на станине и двумя тихоходными валцами с подшипниковыми опорами на концах серьги, опирающейся по центру на ось качания, закрепленную в средней части рычага, соединенного со станиной одним концом шарнирно, а другим - упругим элементом,

при этом межвальцовая передача содержит сменную пару зубчатых колес, установленных соответственно на быстроходном валце и промежуточной оси, и гибкую передачу, связывающую шкивы двух тихоходных валцов и шкив-шестерню промежуточной оси.

Недостатками данного технического решения являются большой размер получаемых частиц зерна, высокая металлоемкость, высокие удельные энергозатраты при получении мелкого помола и отсутствие возможности эффективного одновременного измельчения различных видов зерновых.

Известен многоступенчатый измельчитель зерна [5], включающий в себя камеру измельчения с молотковым ротором, имеющим горизонтальную ось вращения, внешняя периферия которого окружена в нижней части решетом, сбоку декой, в верхней части подающее отверстие, которое снабжено по меньшей мере одной парой валцов, состоящих из набора дисков, служащих для предварительного разрушения зерна.

Недостатками данного изобретения являются сложная конструкция, низкая производительность из-за малой площади решета, высокие удельные энергозатраты и отсутствие возможности эффективного одновременного измельчения различных видов зерновых.

Наиболее близкими к предлагаемому способу измельчения зерна и устройству для его осуществления являются способ и устройство измельчения зерна [6], в которых процесс измельчения разделен на две ступени: первая - повреждение упругих свойств материала, вторая - нарушение пластических свойств и окончательное разрушение.

Недостатком данного способа является то, что на первой стадии измельчения происходит разрушения только упругих свойств зерна.

Нами выявлено, что значительная часть пластической деформации зерна осуществляется при усилении, не превышающем предел прочности при разрушении упругих свойств, т.е. целесообразно на первой ступени измельчения производить нарушение как упругих, так и пластических свойств, осуществляя деформацию зерна до достижения компрессионного сжатия зерна [7, 8].

Известное устройство для осуществления способа измельчения зерна включает бункер, уловитель мусора, магнитный сепаратор, заслонку, вальцовую секцию, молотковый барабан, собирающие и рассеивающие деки, контрпривод, электродвигатель и раму, в нем к основному рабочему органу - молотковому ротору - добавлена вальцовая секция и для повышения вероятности столкновения молотков с дефектными зёрнами или их частицами деки выполнены в виде рассеивающих и собирающих секций.

Недостатком данного устройства является использование в конструкции молоткового ротора с горизонтальной осью вращения, в которой ввод зерна в молотковую секцию осуществляется в одной точке, что существенно ограничивает подачу зерна, снижая тем самым производительность и приводят к высоким удельным энергозатратам.

Также конструкция решета и молоткового ротора не обеспечивает своевременный вывод измельченного материала, тем самым образуя из него кольцевой слой, движущийся по периферии решета, что приводит к переизмельчению зерна и снижению равномерности гранулометрического состава.

Недостатком также является отсутствие возможности эффективного одновременного измельчения различных видов зерновых.

Задачей изобретения является повышение производительности, улучшения качества измельчения, уменьшение удельных энергозатрат при раздельном и одновременном измельчении зерна различных культур.

Поставленная задача решается тем, что в устройстве для одновременного измельчения нескольких видов зерна, содержащем бункер, вальцовую секцию, включающую два вальца, связанные с механизмом регулировки межвальцового зазора, молотковую секцию, включающую ротор с шарнирно закрепленными на нем молотками, согласно изобретению, бункер выполнен с перегородками, образующими секции для нескольких видов зерна, вальцы выполнены с возможностью вращения с разными окружными скоростями,

отношение которых составляет от 1,12 до 1,28, и установлены под углом друг к другу с образованием для каждого из измельчаемых видов зерна межвальцовых зазоров, которые согласованы с секциями упомянутого бункера, молотковая секция содержит ускоритель зерен, выполненный с возможностью вращения в противоположную сторону относительно ротора молотковой секции, выполненного с вертикальной осью вращения, и направляющую, выполненную с возможностью равномерной подачи зерен на упомянутый ротор, в верхней части которого установлена дека с рифлями, выполненными с углами наклона, обеспечивающими движение зерен вниз и удар зерен о ее поверхность под углом, близким к прямому, при этом длина молотков, установленных в нижней части упомянутого ротора, меньше длины молотков, установленных в его верхней части.

В предложенном устройстве реализован способ одновременного измельчения нескольких видов зерна, при котором измельчают упомянутые виды зерна в две ступени, при этом на первой ступени осуществляют деформацию зерен со сдвигом, вращая установленные под углом друг к другу вальцы с разными окружными скоростями, отношение которых составляет от 1,12 до 1,28, исключая компрессионное сжатие зерен, а на второй ступени осуществляют измельчение зерен, подавая их ускорителем на ротор молотковой секции.

На фиг. 1 изображен общий вид устройства для одновременного измельчения нескольких видов зерна; на фиг. 2 - бункер для подачи зерна; на фиг. 3 - расположение валцов вальцовой секции измельчения; на фиг. 4 - общий вид деки и решета.

Устройство для одновременного измельчения нескольких видов зерна состоит из бункера 1, вальцовой секции 2, включающей в себя пару валцов 3, механизм регулировки межвальцового зазора 4, молотковой секции 5, включающей в себя ускоритель подаваемого зерна 6, сферической направляющей движения зерна 7, молотковый ротор 8, состоящий из шарнирно закрепленных молотков различной длины 9, деки 10, решета 11, выгрузного бункера 12, электродвигателей 13 и рамы 14.

Бункер 1, в свою очередь, состоит из корпуса 15 и перегородок 16, делящих бункер на секции для различных видов зерна.

Вальцы 3 при помощи механизма регулировки межвальцового зазора 4 устанавливаются под углом α относительно друг друга, тем самым обеспечивается различный межвальцовый зазор по длине валцов, что позволяет задавать оптимальный межвальцовый зазор, исключая компрессионное сжатие зерна для каждой из измельчаемых культур.

По периферии молотковый ротор 8 окружен декой 10, соединенной с решето 11. При этом дека опоясывает верхнюю часть молоткового ротора, а решето - нижнюю его часть.

Дека 10 имеет рифли и представлена на фиг. 4. Наличие угла наклона рифлей деки α_1 к образующей ab обеспечивает движение слоя зерна вниз, способствуя выведению материала из зоны деформации. Наличие угла наклона передней грани рифлей деки α_2 к нормали bg обеспечивает удар зерна о поверхность деки под углом, близким к прямому, и способствует интенсификации процесса разрушения зерна [7].

Отличительная особенность способа одновременного измельчения нескольких видов зерна заключается в том, что измельчают упомянутые виды зерна в две ступени, при этом на первой ступени осуществляют деформацию зерен со сдвигом, вращая установленные под углом друг к другу вальцы с разными окружными скоростями, отношение которых составляет от 1,12 до 1,28, исключая компрессионное сжатие зерен, а на второй ступени осуществляют измельчение зерен, подавая их ускорителем на ротор молотковой секции.

На основании наших теоретических и экспериментальных исследований, степень деформации зерна на вальцовой ступени измельчения не должна превышать 52 % [7, 8]. Деформация зерна, исключая компрессионное сжатие с применением сдвига, снижает энергоемкость первой ступени измельчения (I) за счет уменьшения сил, требуемых для достижения сопоставимых деформаций [10].

Исследования показали, что разрушение зерна на первой ступени измельчения (I) следует осуществлять со сдвигом, который обеспечивается различной частотой вращения валцов. Тем самым снижается необходимое усилие для снижения прочности зерна и образования в нем микротрещин. Наши исследования показали, что в устройстве для измельчения зерна на первой ступени (I) валцы вращаются с разной окружной скоростью при соотношении 1,12-1,28 [7, 9, 10]. Кроме того, на первой ступени осуществляется измельчение нескольких видов зерна. Для этого валцы устанавливаются под углом относительно друг друга (фиг. 3). Тем самым обеспечивается различный межвальцовый зазор по длине валцов ($b_{\max}$ - максимальное значение межвальцового зазора, мм; $b_{\min}$ - минимальное значение межвальцового зазора, мм), который позволяет задавать необходимый межвальцовый зазор для каждой культуры, для чего загрузочный бункер (фиг. 2) изготавливается с несколькими секциями.

Одновременное измельчение нескольких видов зерновых при оптимальных для каждой культуры зазорах позволяет отказаться от перенастройки оборудования под каждую культуру (или использования нескольких единиц оборудования), значительно повышая производительность оборудования.

На второй ступени (II) измельчение осуществляется молотковым ротором с вертикальной осью вращения. Подобное расположение молоткового ротора позволяет осуществлять ввод зерна в молотковую секцию одновременно в несколько точек.

На второй ступени (II) зерно в зону деформации подается при помощи ускорителя, повышая скорость подачи и увеличивая тем самым глубину проникновения зерна в зону деформации и, следовательно, количество материала, одновременно подвергающегося ударам молотков, что способствует повышению производительности. При этом также ускоритель вращается в противоположную сторону относительно молоткового ротора, что позволяет увеличить разрушительное воздействие при столкновении молотка с зерном, а также снизить скорость движения кольцевого слоя измельчаемого зерна.

Наличие сферической направляющей позволяет равномерно распределить точки ввода по периметру дробильной камеры и значительно повысить количество подаваемого зерна, повышая тем самым производительность устройства.

На второй ступени (II) применяется дека с углом наклона рифлей деки α_1 к образующей аб, обеспечивающем движение слоя зерна вниз, способствуя выведению материала из зоны деформации, и углом наклона передней грани рифлей деки α_2 к нормали вг, обеспечивающем удар зерна о поверхность деки под углом, близким к прямому, и способствует интенсификации процесса разрушения зерна.

На второй ступени (II) длина молотков нижней части молоткового ротора меньше, чем длина молотков верхней части молоткового ротора.

Использование молотков меньшей длины снижает окружную скорость кольцевого слоя материала, что улучшает сепарирование измельченного зерна через решето, способствуя снижению переизмельчения зерна и удельных энергозатрат [11].

Реализация предлагаемого способа измельчения зерна и устройство для его осуществления позволяют повысить производительность устройства, равномерность измельчения, снизить удельные энергозатраты и обеспечить одновременное измельчение зерна различных культур [12].

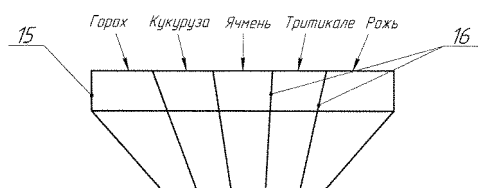
Снижение удельных энергозатрат, повышение производительности и равномерности измельченного зерна осуществляется за счет использования сдвига при разрушении зерна на первой стадии измельчения и исключения компрессионного сжатия; использования молоткового ротора с вертикальной осью вращения, что позволяет осуществить ввод зерна на вторую ступень одновременно в нескольких точках, тем самым обеспечивая равномерность загрузки молоткового ротора; подачи зерна на вторую ступень измельчения при помощи ускорителя, что позволяет подать зерно с начальной скоростью и обеспечить этим увеличение глубины проникновения зерна в зону деформации, тем самым повысив

количество зерен, одновременно подвергающихся ударам молотков; применения деки с рифлями, что обеспечивает выведение зернового слоя из зоны деформации; использования молотков в нижней части молоткового ротора меньшей длины, что способствует снижению окружной скорости кольцевого слоя материала.

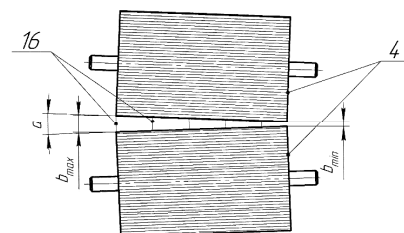
Эффективное измельчение нескольких культур осуществляется за счет установки валцов под углом относительно друг друга, тем самым обеспечивая различный межвальцовый зазор по длине валцов, что позволяет задавать оптимальный межвальцовый зазор, исключая компрессионное сжатие зерна каждой из измельчаемых культур.

Источники информации:

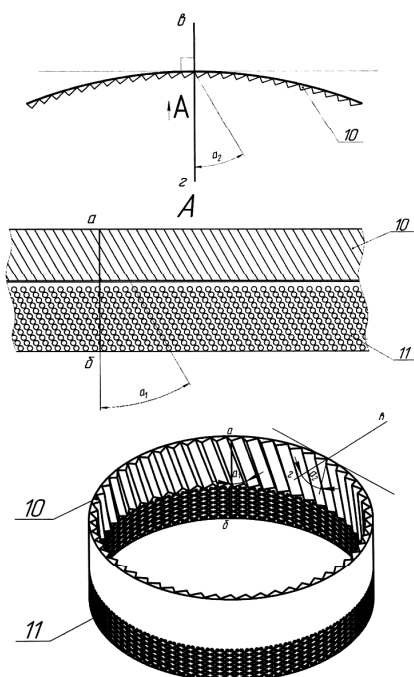
1. Патент RU 2477178 C1, МПК В 02С 04/06, 2011.
2. Патент RU 2396125 C1, МПК В 02С 23/12, 2009.
3. Сыроватка В.И. Исследование основных закономерностей процесса измельчения зерна в молотковой дробилке кормов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук / В.И. Сыроватка. - М., 1963. - 129 с.
4. Патент RU 2465050 C1, МПК В 02С 04/06, 2011.
5. Патент CN 201049314Y, МПК В 02С 04/08, 2007.
6. Патент RU 25989090 C1, МПК В 02С 09/04, 2014 (прототип).
7. Воробьев Н.А., Дрозд С.А., Турцевич Е.Ф. Исследование процесса двухстадийного измельчения зернофуража с целью создания энергоэффективных машин для переработки кормов: итоговый отчет по договору с БРФФИ № 15М-106. - Минск: БГАТУ, 2017. - 100 с.
8. Дрозд С.А. Исследование разрушения зерна при статическом сжатии // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич: Сб. / РУП "НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства". - Минск, 2016. - Вып. 50. - С. 36-40.
9. Дрозд С.А. Экспериментально-теоретическое обоснование передаточного отношения между валцами при двухстадийном измельчении зернофуража // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич: Сб. / РУП "НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства". - Минск, 2017. - Вып. 51. - С. 186-194.
10. / Воробьев Н.А., Дрозд С.А. Теоретическое исследование передаточного отношения между валцами при двухстадийном измельчении зернофуража. Инновационная деятельность в модернизации АПК: Материалы междунар. науч.-практ. конф. - Курск, 2016. - С. 215-219.
11. Шуб Г.И. Исследование технологического процесса измельчения сырья комбикормового производства на молотковой дробилке: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. - М., 1966. - 218 с.
12. Воробьев Н.А., Дрозд С.А. Производственные исследования двухстадийного измельчения зерна. Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК: Материалы междунар. науч.-практ. конф. - Рязань: ФГБОУВО "РГАТУ", 2017. - С. 84-87.



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4