

УДК 631.361.2

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОЛОТИЛЬНОГО БАРАБАНА ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Мойса А.С., Ляхович О.В. (БГАТУ)

В работе приведены агротехнические требования предъявляемые к зерноуборочным комбайнам. Изложен процесс вымолота зерна из колоса и выполнен обзор существующих молотильных устройств. Предложена усовершенствованная конструкция молотильного барабана позволяющая повысить его надежность и улучшить эффективность вымолота зерна.

Введение

Устойчивое наращивание производства зерна – ключевая проблема сельского хозяйства, решение которой в немалой степени зависит от совершенства уборочных машин и технологий уборки.

Одним из резервов увеличения валового сбора зерна является снижение потерь зерна во время уборки. Зерноуборочные машины обеспечивают качественную уборку только в том случае, если их рабочие органы выбраны и отрегулированы в соответствии со свойствами убираемой культуры, а растения приспособлены для машинной уборки.

Общие сведения

Агротехническими требованиями предусмотрено, что общие потери зерна из-за недомолота и с соломой должны быть не более 1,5% при уборке зерновых. Дробление не должно превышать 1% для семенного зерна, 2% для продовольственного, 3% для зернобобовых и крупяных культур [1].

Как показывает практика, уборка зерновых культур сопровождается большими потерями и повреждением зерна: дробление, плющение, раздавливание, микроповреждение зерна.

Неравномерное созревание хлебов к началу уборки затрудняет обмолот.

Работа затрачиваемая на вымолот (выделение) отдельных зерен из колоса, колеблется в широких пределах, а максимальное ее значение превышает минимальное в 10...20 раз [1]. Колебания этого показателя больше в начале уборки и меньше в конце. При непрочной связи зерна с колосом зерна отделяются от колоса даже при слабом ударе, например при соударении колосьев под действием ветра. Это свойство растений затрудняет выбор сроков начала уборки, работу и регулировку машин, увеличивает потери.

Устойчивость зерна к механическим повреждениям определяется прочностью зерновки, а также способом обмолота. Существующие ударные способы обмолота приводят к значительному повреждению зерна. Особенно велики микроповреждения, доходящие нередко до 50% [1], что снижает товарные качества зерна и полевую всхожесть семян.

Экспериментально установлено, что дробление зависит от массы, размеров и влажности семян, числа и скорости ударов, материала рабочих органов. При многократном ударном воздействии число поврежденных семян возрастает пропорционально числу и скорости ударов. Эти данные свидетельствуют о том, что нужно снижать скорость и число ударных воздействий при обмолоте, транспортировке и очистке зерна, а также выбирать оптимальные режимы рабочих органов машин.

Процесс обмолота зерна состоит из шести основных операций воздействия на хлебную массу [2]: ударное, вытирание, комбинированное (удар с вытиранием), вибрационное, сжатие и обмолот в поле инерционных сил.

Обзор молотильных устройств

Классификацию молотильных устройств привел А.Н. Пугачев [3], где выделил шесть

основных типов обмолачивающих органов: барабан, транспортер, вальцы, пластина, диск и лопастное колесо.

Предложенная классификация отражает основные направления в конструировании молотильных устройств. Анализ данных исследований различных типов молотильных устройств показал, что наиболее работоспособны устройства, использующие комбинированное воздействие на хлебную массу сил инерции и сцепления. Лучшие показатели обеспечивают ударно-вытирающие и вибрационно-вытирающие методы обмолота.

Использование устройств, работающих по одному принципу воздействия рабочего органа на хлебную массу (удар, сжатие и т. д.) нерационально из-за недостаточной пропускной способности и очень низких качественных показателей обмолота.

Широко применяются барабанно-дековые молотильные устройства, работающие по принципу сочетания удара и вытирания (трение). Конструктивное оформление и параметры рабочих органов этих молотильных устройств очень разнообразны.

Молотильные устройства современных зерноуборочных комбайнов по конструкции молотильного барабана делятся на два вида: бильные и штифтовые (зубовые).

Большие конструктивные преимущества бильного молотильного устройства перед штифтовым (меньше механические повреждения зерна и перебивание соломы при обмолоте, простота и универсальность конструкции, лучшая приспособляемость к обмолоту других культур и др.) послужили причиной его широкого распространения во всем мире. Наряду с названными типами существует много других типов молотильных устройств, основанных на самых различных принципах обмолота и имеющих разнообразное конструктивное решение.

Молотильные аппараты зарубежных фирм различаются компоновкой и устройством барабанов и бичей. В качестве общей тенденции можно выделить наличие трех молотильных устройств в аппаратах классического типа, где обмолот и сепарация зерна осуществляются за несколько ступеней.

Первый барабан работает при пониженной частоте вращения и увеличенных зазорах между бичами и планками подбарабанья и вымолачивает наиболее спелое, крупное зерно. Второй барабан обмолачивает массу в более жестком режиме при повышенной частоте вращения и меньшем молотильном зазоре. Все это позволяет снизить потери зерна от недомолота и его травмирования, однако такая конструкция увеличивает габариты комбайна и усложняет его устройство.

Технологический процесс обмолота однобарабанным молотильным устройством рассчитаны на полное выделение зерна из колоса за один прием. С этой целью молотильному барабану сообщают высокие окружные скорости, т. е. барабану придают большую частоту вращения (600...1000 мин⁻¹) при относительно узких молотильных зазорах между бичами барабана и планками подбарабанья. Этим достигают практически полный вымолот зерна из колоса, однако часть зерна при этом получает значительные механические повреждения.

В аксиально-роторном молотильно-сепарирующем устройстве (МСУ) обмолачиваемая масса перемещается вдоль оси вращения ротора по спирали в зазорах между ротором и цилиндром, где происходят процессы обмолота и сепарации мелкого вороха в результате удара, трения и центробежного воздействия.

Однако, такая конструкция МСУ является металлоемкой и требует больших затрат на привод.

Проведенный патентный поиск позволил выявить изобретения, отличающиеся от известных по конструкции и характеру воздействия на массу.

Одним из таких устройств является молотильный барабан, у которого с целью снижения травмирования зерна бич состоит из колец, которые надеты на стержень, расположенный на барабане молотильного аппарата, при этом кольца установлены с зазором и имеют возможность перемещения перпендикулярно оси стержня [4].

При обмолоте толщина слоя хлебной массы как по ширине, так и по высоте и по времени не одинакова, чтобы снизить чрезмерные нагрузки со стороны бичей на хлебную массу в зоне значительной ее толщины, кольца занимают определенное положение на стержне. Тем самым имеется самонастраивающийся молотильный барабан, который автоматически регулирует молотильные зазоры с учетом толщины хлебной массы.

Однако такое МСУ имеет сложную конструкцию и возможно возникновение поломок при попадании камней к молотильному барабану.

Известен барабан молотильного устройства у которого с целью повышения производительности и качества обмолота подбичники выполнены с полуцилиндрическими выемками из эластичного материала, а бичи – в виде спиральных пружин. Барабан снабжен боковыми фланцами с пальцами, посредством которых концы бичей прикреплены к фланцам [5].

Хлебная масса в процессе вращения барабана перемещается в зазоре между барабаном и декой. При этом бичи активно воздействуют на массу, за один оборот барабана бичи сжимаются и растягиваются в выемке подбичников, приходят в состояние вынужденных колебаний. Колебания бичей производят вибрационное воздействие на массу, интенсифицируют обмолот и сепарацию зерна через деку. При работе такого МСУ снижается травмирование зерна, однако использование в качестве подбичников эластичного материала, снижает долговечность и надежность устройства.

Описание устройства и процесса работы усовершенствованного молотильного барабана

Проанализировав вышеизложенные конструкции бильных молотильных устройств, нами предлагается усовершенствованный молотильный барабан, который состоит из вала 1 (рис.1), с насаженными на нем дисками 2,3,4,5 и 6. Два крайних диска 2 и 6 жестко связаны с валом 1 посредством врезных конусных шпонок, а три диска 3,4 и 5 насажены на валу свободно и обеспечивают усиление конструкции. Для придания жесткости барабану, в дисках выполнены по радиусу отверстия, в которые пропускаются ребра жесткости в количестве 4 штук. При сборке барабана ребра жесткости привариваются к дискам (на схеме ребра жесткости не показаны).

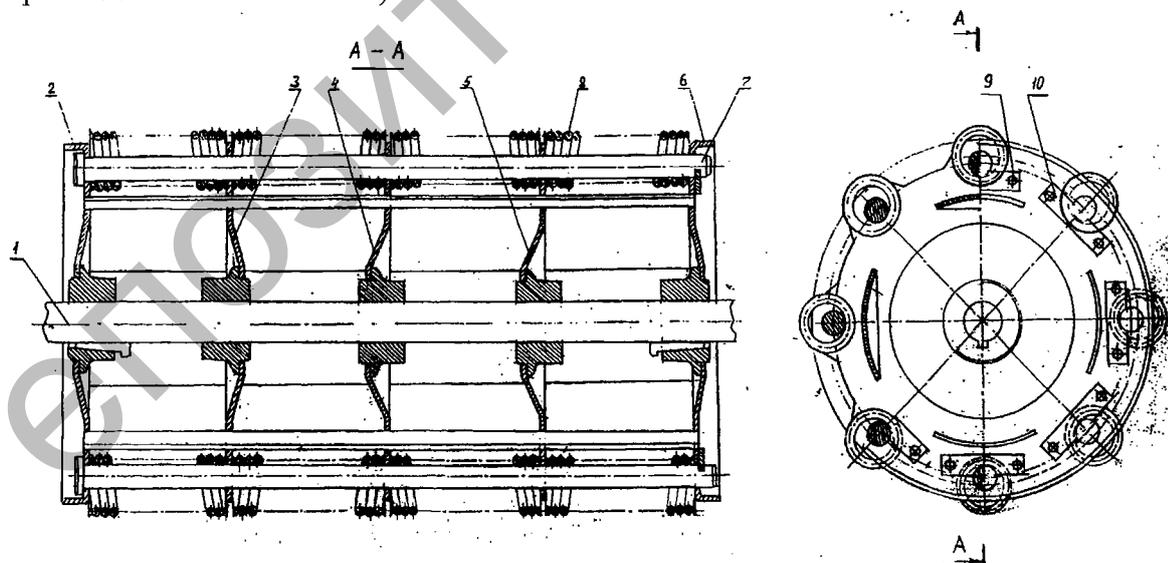


Рисунок 1 - Молотильный барабан.

1 - вал; 2, 3, 4, 5 и 6- диски; 7- ось; 8- пружина-бич; 9- болт; 10- планка.

Молотильный барабан имеет 8 бичей. Бич образован посредством оси 7, пропущенной через отверстия в дисках и четырех пружин 8 с левой и правой навивкой установленных поочередно. Внутренний диаметр пружин 8 больше диаметра оси 7, на которой они

посажены. Каждая ось закрепляется планкой 10, входящей в специальный паз оси 7. Планка двумя болтами 9 приворачивается к диску.

Устройство работает следующим образом.

Скошенная хлебная масса подается в молотильный аппарат в пространство образованное неподвижной решетчатой декой и бичами (пружинами) барабана. Вымолот зерна происходит за счет удара пружины по хлебной массе и за счет протаскивания ее в узком пространстве между декой и барабаном, где колосья перетираются. При вращении барабана бичи под действием центробежных сил занимают крайнее дальнее положение от центра вала 1 барабана. Давление бичей-пружин на массу можно регулировать частотой вращения барабана.

При обмолоте толщина слоя поступающей массы как по ширине, так и по времени не одинаковая, поэтому каждая пружина 8 одного бича в зависимости от толщины слоя массы займет определенное положение на оси 7 и сожмет хлебную массу с усилием соответствующим его центробежной силе.

Таким образом, имеем самонастраивающуюся систему у которой каждая пружина-бич занимает свое положение на оси в зависимости от толщине слоя обмолачиваемой массы.

Предлагаемая конструкция позволяет снизить расход мощности на обмолот, по сравнению с жестко закрепленными бичами на барабане. Мощность возрастает сначала по линейному закону, пока зазор между бичами и подбарабаньем не достигнет предельного значения, затем по показанной функции (кривая 2, рис. 2) [6]

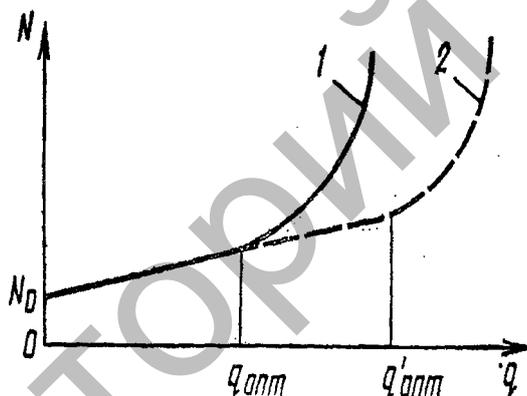


Рисунок 2 - Мощность затрачиваемая на работу молотильного аппарата в зависимости от подачи хлебной массы.

- 1 – барабан с жестко закрепленными бичами (серийный);
2 – барабан с шарнирно закрепленными бичами (предлагаемый).

Использование предлагаемого устройства позволяет снизить травмирование зерна при обмолоте за счет регулирования степени воздействия бича на обмолачиваемую массу.

Кроме того, модернизированный молотильный аппарат не склонен к забиванию, а также позволяет повысить надежность в случае попадания камней, за счет автоматического увеличения молотильного зазора.

Устройство отличается простотой конструкции и надежностью.

Заключение

1. Из обзора существующих молотильных устройств следует, что они имеют сложную конструкцию и не защищены от поломок при попадании посторонних предметов.
2. Молотильный барабан имеет бич образованный посредством оси и пружин, причем внутренний диаметр пружин должен быть в 2 раза больше диаметра оси.
3. Конструкция молотильного аппарата является самонастраивающейся системой в зависимости от толщины слоя обмолачиваемой массы.

Литература

1. В.М. Халанский, И.В. Горбачев. Сельскохозяйственные машины.-М.: Колос, 2004.- 623 с.
2. Г.Е. Листопад. Сельскохозяйственные машины.- М.: Агропромиздат, 1986.
3. А.Н. Пугачев. Повреждение зерна машинами.- М.: Колос, 1976.
4. Авторское свидетельство 1777702 А1 МКН 01 Г 12/20. Бич молотильного аппарата.
5. Авторское свидетельство 1591859 МКН А 01 Г 12/20. Барабан молотильного устройства.
6. Г.Ф. Серый, Н.И. Косилов, Ю.Н. Ярмашев, А.И. Русанов. Зерноуборочные комбайны.- М.: Агропромиздат, 1986.- 247 с.

УДК 631.3.001.41

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИВОДА РЕЖУЩЕГО АППАРАТА

Ходосевич В.И., Гурнович Н.П. (БГАТУ)

В статье рассмотрены вопросы исследования привода режущего аппарата механизмом качающейся шайбы с универсальным шарниром.

Введение

Теоретические исследования кинематики и динамики привода режущего аппарата механизмом качающейся шайбы показали, что вследствие кинематических особенностей движения деталей механизма, привод может быть источником возбуждения крутильных колебаний. Причем он может возбуждать как вынужденные, так и параметрические крутильные колебания как в самом приводе так и во всем агрегате жатки, которые передаются на механизмы привода всего агрегата и раму машины.

Основная часть

Уровень крутильных колебаний в приводе режущего аппарата, возбуждаемых механизмом качающейся шайбы, зависит от его кинематических и динамических параметров, скорости масс и податливостей динамической системы агрегата, и может быть сведен до минимума соответствующим выбором последних.

Для изменения кинематических параметров привода в механизм качающейся шайбы введен универсальный шарнир с наклонным шипом ведущей вилки (рис 1)

Механизм привода состоит из ведущего вала 1, вилки колебателя 2, крестовины 3, ведущего 5 и ведомого 9 валов колебателя, соединенных универсальным шарниром, ведущей 5 и ведомой 8 вилки шарнира, шипов 6и7 ведущей и ведомой вилок шарнира, вилки эксцентрика 10, эксцентрика 11, двух тяг подвески 12, ножа 13.

Передаточное отношение шарнира определяется выражением:

$$i = \frac{A \operatorname{tg} \delta \cos \varphi \cos \gamma}{B(1 + \operatorname{tg}^2 \delta \sin^2 \varphi)} \quad (1)$$

$$A = 1 + \frac{\cos \psi - \sin \psi \operatorname{tg} \delta \sin \varphi}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \delta \sin^2 \varphi}} \operatorname{tg} \gamma \operatorname{ctg} \mu;$$

$$A = 1 + \frac{\cos \psi - \sin \psi \operatorname{tg} \delta \sin \varphi}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \delta \sin^2 \varphi}} \operatorname{tg} \gamma \operatorname{ctg} \mu;$$

$$B = \frac{(\cos \psi \operatorname{tg} \delta \sin \varphi + \sin \varphi)^2 + \cos^2 \gamma (\cos \psi - \sin \varphi \operatorname{tg} \delta \sin \varphi + \operatorname{tg} \gamma \operatorname{ctg} \mu \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \delta \sin^2 \varphi})^2}{1 + \operatorname{tg}^2 \delta \sin^2 \varphi}$$

Исходя из вышеприведенного выражения, определим момент на ведущем валу от сил инерции при $\omega = \text{const}$ с учетом разворота вилок: