

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБМОЛОТА ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР ПУТЕМ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРИРУЮЩЕЙ ЧАСТИ МОЛОТИЛКИ

Колесников А.В., аспирант Луганского национального аграрного университета

В статье изложены вопросы влияния некоторых конструктивных особенностей молотильно-сепарирующих устройств (МСУ) на качественные и энергетические показатели их работы. Определены критерии оценки для разработки принципиально нового конструктивного решения проблемы повышения качества семян при обмолоте.

Ключевые слова: зернобобовые, молотильно-сепарирующая часть молотилки, эффективность, обмолот.

Вступление. Главный рабочий орган молотильного устройства – ротор не может работать без решетчатого подбарабанья. На качественные показатели работы всего устройства оказывают существенное влияние не только их конструктивные особенности, но и взаимное расположение подбоя относительно ротора, в основном длина подбарабанья, угол охвата ротора, молотильные зазоры как на входе так и на выходе из зоны обмолота [1, 2, 3].

Постановка проблемы. Технологический процесс молотильного устройства бильного типа заключается в следующем. Бичи ударяют по зернобобовой массе и изгибают ее в зоне обмолота, затем бич, имея окружную скорость, большую, чем скорость движения продукта обмолота, проходит над слоем массы, прижимая ее к подбою и своей рифленой поверхностью продвигает ее вперед, т. е. к выходу. Происходит радиальная пульсация слоя зернобобовой массы с частотой равной произведению числа бичей на число оборотов барабана в секунду.

Таким образом, процесс обмолота состоит из таких операций: удар бича по растительной массе; радиальная пульсация слоя продукта; волнообразное движение слоя к выходу через молотильный зазор при строго устанавливаемой толщине слоя; своевременный проход выделившихся семян из бобов через пространственную решетку зернобобовой массы и «живое» сечение решетчатого подбарабанья, исключив повторные ударные воздействия на семена в зоне обмолота, обеспечивая минимум их повреждений.

Следовательно, качественные показатели семян можно улучшить более эффективным выделением их из зернобобовой массы при обмолоте, т.е., необходим дифференцированный подход к технологическому процессу с учетом физико-механических свойств продукта обмолота.

Анализ исследований и публикаций. Научные исследования технологи-ческого процесса обмолота зерновых и других культур изложены в трудах известных ученых и исследователей: Горячкина В. П., Василенко И. Ф., Грека А. И., Пустыгина М. А., Кленина Н. И., Болотина В. М., Деревенко В. В., Пугачева А. Н., Шабанова П. А., Четыркина Б. Н, Липковича Э. И. и др. работы этих ученых позволили решить очень важные задачи, но остается мало изученным вопрос обеспечения повышения качества семян за счет создания МСУ дифференцированного выделения зерна из растительной массы, что особенно важно в сортоиспытании и первичном семеноводстве.

Основной материал. Наиболее чувствительны к изменениям частоты вращения барабана барабанно-дековых МСУ зернобобовые культуры (горох, соя и др.). Зависимость механических повреждений семян зернобобовых культур от окружной скорости барабана исследована Мартиросовым В. П. [3, с. 143]. Им установлено, что при величине молотильных зазоров на входе 24 мм и на выходе 12 мм при влажности зернобобовой массы гороха сорта Раменский 77, до 14%, изменение механических повреждений семян от 1,9% до 21,7%, дробление при этом составляет 0,9...17,4%, а повреждение семян – 1,0...4,3%, при этом практически отсутствует недомолот. С увеличением влажности (19,6... 22,4%) механические повреждения семян составляют 1,3...11,5%, дробление – 0,5...7,4%, а повреждение – 0,8...4,1%, потери от недомолота изменяются от 2,8% до 0,3%.

Таким образом, увеличение скорости обмолота свыше 17,3 м/с вызывает очень резкое увеличение (в 1,5 раза) механических повреждений семян, как при нормальной, так и повышенной влажности зернобобовой массы.

Зернобобовая масса может быть представлена мягкостебельными сортами гороха и жесткостебельными сои, физико-механические свойства которых имеют принципиальные отличия и требуют при выделении семян индивидуальный подход.

Некоторые экспериментальные обоснования конструктивно-режимных параметров молотильного устройства классической традиционной схемы при обмолоте сои проведены профессором Греком А. И. в монографии [2, с. 106... 143]. Для обоснования параметров (геометрии бичей, угла наклона рифа, величины молотильных зазоров, типа решетки подбарабанья и т.п.) проводились испытания аппарата на обмолоте сои при рекомендуемом оптимальном режиме обмолота 17,3 м/с. Оценочными данными были качественные и энергетические показатели технологического процесса.

Результаты испытаний угла наклона рифа бича при постановке бичей с рифами от 30 до 50⁰ показали, что недомолот сои оставил 0,35%, т.е. имел постоянные значения, дробление зерна при этом составляло 5,7...5,8%, травмирование семян остается почти постоянным и равно в среднем 12%, не наблюдается большего изменения в измельчении стеблей, степень измельчения соломы сои составляет 2,7. Из анализа следует, что угол наклона рифов не оказывает влияния на качественные показатели и нами

может быть принят бич серийный, профиль бичевой ребристый ГОСТ 12492.9-72.

При оценке влияния отношения зазоров получены следующие результаты. При изменении зазоров с 12/24 до 12/48 для сои недомолот семян в среднем составляет 0,9%. Дробление семян изменяется от 3,5 до 2,5%, травмирование уменьшилось с 18 до 5% и приблизилось к нормам агротехнических требований. Затраты мощности на обмолот составили от 16 до 14 кВт. Испытания показали, что весьма удовлетворительные качественные показатели наблюдаются при отношении зазоров 12/36, т.е. 1:3, расход мощности при этом составил 12,5 кВт.

Наиболее тщательным исследованиям подвергались решетчатые подбарабанья (подбой), особенно конфигурация его планок: с прямоугольными планками; комбинированными – вначале прямоугольные, а затем круглые; только круглые. Как показали результаты исследований, недомолот семян наименьший у подбоя с прямоугольными планками, наибольший 0,3...1,0% - с круглыми. Для подбарабанья с комбинированными планками лучшие показатели по недомолоту семян наблюдается, если круглые планки расположены вначале.

Наибольшее дробление из всех испытываемых культур зарегистрировано на обмолоте сои для всех типов подбоя. Наибольшее - при подбарабанье с прямоугольными планками – 6,5% и наименьшее – с круглыми планками (4%), средние показатели при использовании подбарабаний с комбинированными планками.

Подбарабанья с прямоугольными планками вызывают наибольшее травмирование семян сои – до 15%. Круглые планки обусловили более мягкую работу МСУ по сравнению с другими типами. Травмирование семян составило 10%.

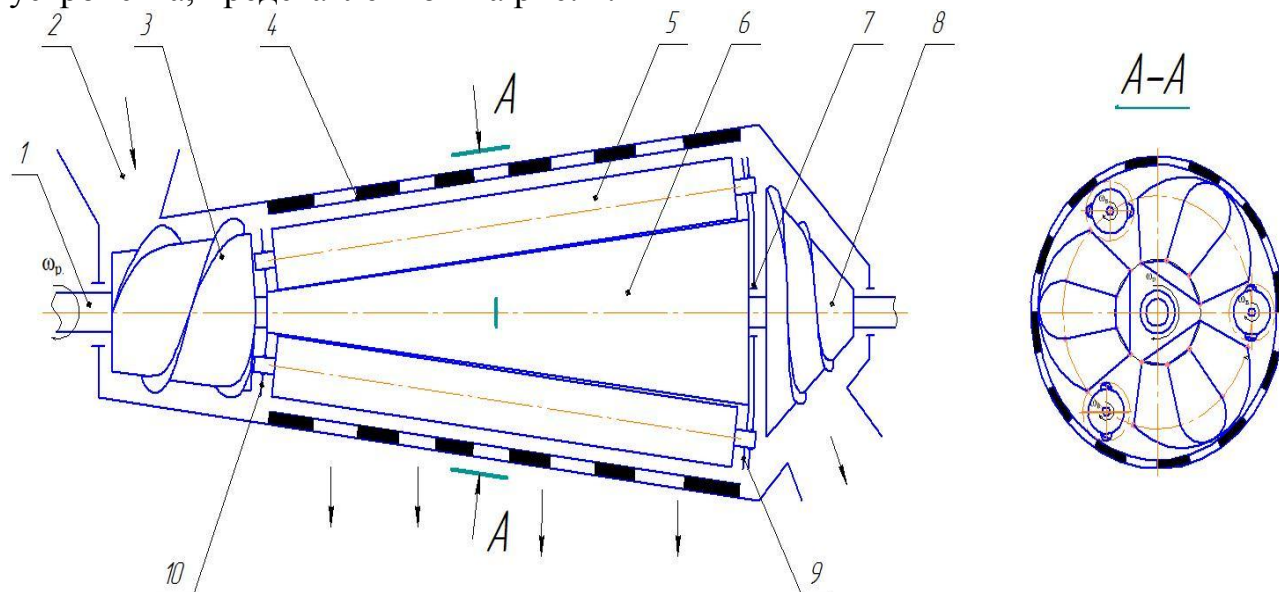
Наибольшее перебивание соломы наблюдалось при обмолоте сои для всех типов подбоя, соответственно: 2,4; 1,8; 1,9...2,2.

Автор исследований отмечает, что ни одно из рассмотренных типов подбоя не дает преимуществ по качественным показателям, но наблюдается некоторая тенденция улучшения показателей качества выделения семян с применением круглых планок подбоя, при этом более лучшие качественные показатели при обмолоте возможны путем изменения расстояния между планками от входа на выход. Проведенные исследования показали, что, несмотря на незначительное уменьшение недомолота (0,3...0,9%), дробление семян уменьшилось до 3,5%, это меньше, чем с подбоем у которого расстояния между планками одинаковые на 1,7%. Травмирование зерна также уменьшилось и, соответственно, составило 0,7; 1,0 и 1,6%.

Увеличились сепарационные свойства деки. Количество семян, прошедших через деку возросло на 4,3%, измельчение стеблей осталось на одном уровне.

Выполненный анализ влияния некоторых конструктивных и кинематических параметров МСУ на качественные и энергетические

показатели технологического процесса выделения семян, а также предложенная нами классификация способов обмолота различными конструкциями молотилок зернобобовых культур [4] послужили основой разработки и создания принципиальной схемы молотильно-сепарирующего устройства, представленной на рис. 1.



1 – опорно-приводной вал аксиального ротора; 2 – загрузочная воронка; 3 – шнек-питатель; 4 – коническое решето подбоя; 5 – планетарный валец с бичами; 6 – упругий эластичный элемент межбичевого пространства; 7 – планетарный привод; 8 – ворохоотводящий шнек; 9 и 10 – диски-водила.

Рис. 1. Принципиальная схема устройства (МСУ)

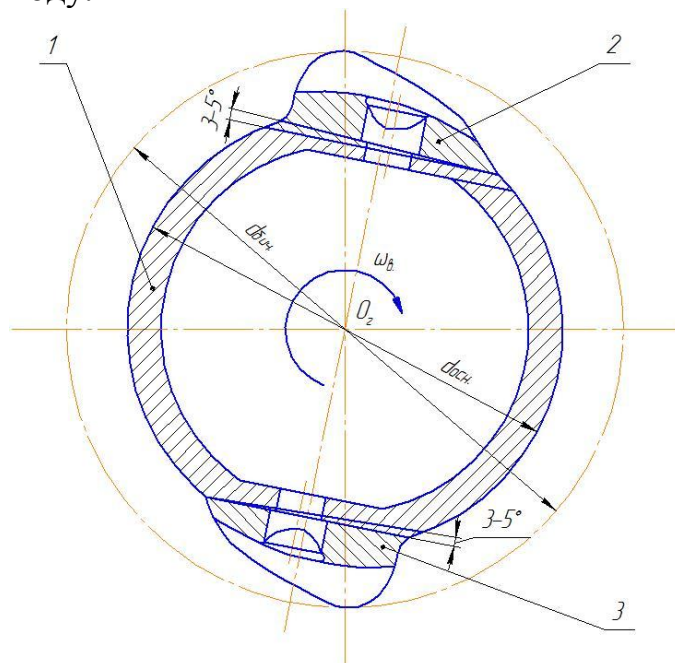
Устройство работает следующим образом. При вращении опорно-приводного вала 1 зернобобовая растительная масса через загрузочную воронку 2 шнеком-питателем 3 направляется в молотильный зазор между коническим решетом подбоя 4 и ротором с планетарными вальцами с бичами 5 и упругим эластичным элементом 6. В результате ударного воздействия бичей, расположенных диаметрально-противоположно на планетарных вальцах, разрушаются связи зерна с бобами, происходит сжатие слоя упругим эластичным элементом межбичевого пространства, затем бичи увлекают за собой ворох, обеспечивая движение по спирали к выходу к ворохоотводящему шнеку 8. Вследствие упругих свойств материала толщина слоя частично восстанавливается и пространственная решетка слоя увеличивается.

Планетарный привод 7 и диски-водила 9 и 10, защищены оградительными щитками, исключая попадание к ним вороха растительной массы.

Решетчатая дека-подбой выполнена по форме усеченного конуса с углом образующей около 8° , угол обхвата ротора составляет 360° . Каркас сепаратора поочередно набран из планок прямоугольного сечения и продольных круглых прутков, в промежутках между ними расположены

поперечные прутки, образующие пространственную решетку переменного живого сечения от входа к выходу, форма отверстий трапецевидная.

На планетарных вальцах трубчатого сечения (рис. 2) аксиального ротора диаметрально противоположно закреплены серийные бичи с односторонней направленностью рифов (профиль бичевой ребристый левый) для получения одностороннего продольного сдвига стеблей в молотильном зазоре от входа к выходу.



1 – трубчатое основание; 2 и 3 – бич серийный (левосторонний)

Рис. 2 Валец ротора МСУ (поперечное сечение)

Для обеспечения захватывающей способности бичем зернобобовой массы бичи расположены на основании вальца скошенной стороной вперед по направлению вращения на угол $3...5^{\circ}$, направления вращения вальца и ротора совпадают.

Переменное значение скорости обмолота по длине аксиального ротора определяются зависимостью [5]:

$$V_{e_i} = (\rho_2 + r_2 + x \cdot \operatorname{tg} \mu) \cdot \omega_{P_2}, \quad (1)$$

где ρ_2 – расстояние между центром O_2 планетарного вальца и мгновенным центром его вращения в обращенном движении; r_2 – радиус окружности вальца по высоте рифов, закрепленных на нем бичей;

x – координата точки поступления зернобобовой массы при ее перемещении в молотильном зазоре вдоль ротора; μ – угол наклона образующей конуса к оси вращения ротора; ω_{P_2} – угловая скорость планетарных вальцев в обращенном движении.

Угловая скорость планетарных вальцев в обращенном движении определяется выражением:

$$\omega_{P_2} = \sqrt{\omega_p^2 + \omega_\epsilon^2 - 2\omega_p \cdot \omega_\epsilon \cdot \cos \beta/2}, \quad (2)$$

где ω_p и ω_ϵ – соответственно, угловые скорости ротора и планетарных валльцев; $\beta/2 = \mu$.

При обеспечении скорости обмолота в сечении А–А ротора (рис. 1), рекомендуемой для гороха $V_{e.c.p.} = 16,1$ м/с, рациональное соотношение угловых скоростей вращения аксиального ротора ω_p и валльцев ω_ϵ

определяется уравнением:

$$\frac{\omega_p}{71} + \frac{\omega_\epsilon}{189} = 1.$$

(3)

При обмолоте сои, $V_{e.c.p.} = 17,5$ м/с:

$$\frac{\omega_p}{78} + \frac{\omega_\epsilon}{206} = 1. \quad (4)$$

При этом интервал ударных межбичевых воздействий по времени, определяющий наибольшую эффективность работы бильных барабанов, должен составлять $\Delta t = 0,0045 \dots 0,0065$ с. [6, с. 399], в среднем $\Delta t = 5,3 \cdot 10^{-3}$ с.

Исходя из выражения определения числа бичей серийного барабана:

$$Z = \frac{60}{\Delta t \cdot n_\epsilon}, \quad (5)$$

где n_ϵ – число оборотов барабана, мин⁻¹, число бичей Z' аксиального планетарного ротора определяют зависимостью:

$$Z' = \frac{120 \cdot \pi}{\Delta t \cdot \omega_{p_2}}, \quad (6)$$

Выводы. В результате изучения исследований барабанно-дековых МСУ проведены теоретические исследования и анализ влияния некоторых варьируемых конструктивных и кинематических факторов, на качественные показатели обмолота и сепарации семян гороха и сои. Критериями оценки качества технологического процесса предложенного МСУ являются: недомолот, сепарация, дробление семян, их травмированность и энергоемкость, которые необходимо проверить экспериментально.

Список использованных источников:

1. Горбалетов Ю. И., Пенкин М. Г. Влияние конструктивных особенностей деки молотильного устройства на качество обмолота гороха / Ю. И. Горбалетов, М. Г. Пенкин // Вестник сельскохозяйственной науки. – Алма-Ата, 1965. – №8. – С. 95-101.
2. Грек А. И. Вопросы обмолота / А. И. Грек. – Владивосток: ПСХИ, Дальневосточное книжное издательство, 1970, – 205 с.

3. Пугачев А. Н. Повреждение зерна машинами [Текст] / А. Н. Пугачев. – М.: Колос, 1976. – 320 с.

4. Колесников А. В. Классификация способов обмолота и анализ конструкций молотилок зернобобовых культур / В. П. Ермак, А. В. Колесников. // Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. Луганськ: Видавництво ЛНАУ, 2012. №41. – С. 83-90.

5. Колесников А. В. Обоснование конструктивно-режимных параметров устройства для выделения и сепарации семян зернобобовых культур / А. В. Колесников. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. «Інноваційні напрямки розвитку технічного сервісу машин». Харків: Видавництво ХНТУСГ, 2013. Випуск №132. – С. 319-325.

6. Летошнев М. Н. Сельскохозяйственные машины. Теория, расчет, проектирование и испытание: Учебник / М. Н. Летошнев. – Ленинград: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1949. 856 с.

Колесніков А.В. Підвищення ефективності технологічного процесу обмолоту зерно-бобових культур шляхом удосконалення молотильно-сепаруючої частини молотарки

У статті викладені питання впливу деяких конструктивних особливостей молотильно-сепаруючих пристроїв на якісні та енергетичні показники їх роботи. Визначено критерії оцінки для розробки принципово нового конструктивного вирішення проблеми підвищення якості насіння при обмолоті.

Ключові слова: зернобобові, молотильно-сепаруюча частина молотілки, ефективність, обмолот.

Kolesnikov A.V. Raising the efficiency of leguminous crops threshing process by improving the threshing and separating unit of threshing device

The article considers the problems of some threshing and separating devices constructive features impact (effect) upon qualitation and power indexes of their operation. Evaluation criteria for developing of a principally new constructive approach as to raising the seed quality during threshing are determined.

Keywords: legumes, threshing-separating part-mo lotilki, efficiency, threshing.