

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ И СЕПАРАЦИИ СЕМЯН ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР

Колесников А. В., аспирант

(Луганский национальный аграрный университет)

Предложена конструкция молотильно-сепарирующего устройства дифференцированного обмолота зернобобовых культур. Определены некоторые рациональные режимы работы рабочих элементов аксиального ротора при выделении семян гороха и сои, удовлетворяющие агротехническим требованиям.

Зернобобовые культуры – важнейший источник растительного белка для кормления животных и питания людей. Они дают высокобелковые корма, необходимые для всех жизненных процессов у животных и формирования их высокой продуктивности. В структуре растительных белковых ресурсов Украины, однолетние зернобобовые занимают первостепенное место, основными из них являются горох и соя которые, в силу своих биологических особенностей, могут возделываться во всех регионах и превышают по урожайности другие зернобобовые культуры, при условии соблюдения агротехники их возделывания.

Для обеспечения полного вымолота семян и наименьшего их дробления и микротравмирования необходимо регулировать частоту вращения барабана и зазоры в молотильном аппарате серийных зерноуборочных комбайнов по мере изменения влажности и величины подачи растительной массы не менее трех раз в день. Качественное и своевременное проведение всех технологических приемов с учетом всех биологических особенностей зернобобовых культур позволит специалистам хозяйств и фермерам получать устойчивые и высокие их урожаи во многих районах Украины.

Предложенная нами классификация способов выделения семян из бобов и конструкций аппаратов для обмолота зернобобовых культур [1] методом многокритериальной оценки, позволила определить тип устройства, в котором преобладает перетирающее воздействие в сочетании с ударным, отмечена целесообразность использования аксиально-роторной бильной молотилки с применением эластичных элементов и решетчатой конической деки переменного «живого» сечения.

Априорные сведения о процессе обмолота сельскохозяйственных культур, а также положительные стороны многолетних исследований и направлений различных авторов [2] позволяют судить о том, что аксиальные молотильно-сепарирующие устройства (МСУ) являются перспективными в повышении производительности и качества технологического процесса. Однако, внедрение их сдерживается из-за большой энергоемкости процесса обмолота. По выводу Горячкина В.П. [3], «...наиболее выгодным является тип барабана МСУ, кото-

рый должен располагать, возможно, малым моментом инерции I , обеспечивающим оптимальное ускорение E , при возможно большей приведенной массе его, т.е.

$$M = \frac{I}{r_{cp}^2}, \quad (1)$$

что соответствует барабану с малым диаметром» (где r_{cp} – значение радиуса аксиального ротора в среднем по его длине сечения).

Ротор, имея значительный момент инерции, позволяет компенсировать влияние на молотилку быстро изменяющихся возмущений вследствие изменения подачи материала на обмолот, от его состояния и качества, и тем самым стабилизировать работу молотилки, подходить к обмолоту стеблей более дифференцированного с учетом реального, более естественного состояния и свойств обмолачиваемого материала. Такой компенсации невозможно достичь в молотилке с классической, традиционной схемой.

Процесс вымолота конусными аппаратами с точки зрения математического описания в принципе не отличается от обычной схемы, молотильный барабан (ротор) вымолачивает семена под действием скользящего ударного воздействия, сил трения и центробежных сил, когда растительная масса проходит в молотильной камере между рабочими элементами вальцов ротора и подбоям. При этом рифленый бич планетарного вальца сообщает вороху поступательное движение, в то время, как под действием барабана она вращается и перемещается по спирали.

В Луганском национальном аграрном университете нами создано экспериментальное МСУ планетарного типа с осевой подачей материала при обмолоте. Принципиальная схема устройства представлена на рис. 1.

Молотильный барабан представляет собой опорно-приводной вал 1 с закрепленным на нем шнеком-питателем 3 и жестко закрепленными на нем двумя фасонными дисками 9 и 10 в промежутках, между которыми, на подшипниках установлены с наклоном около 8° цилиндрические планетарные вальцы 5 с жестко закрепленными на них диаметрально противоположно рифлеными бичами. В промежутках между вальцами и фасонными дисками по длине ротора закреплены упругие эластичные элементы 6, выполненные в форме петель или лопаток. На выходе, на валу 1 установлены планетарный привод 7 и ворохоотводящий шнек 8. барабан смонтирован в средней части конического прутково-планчатого решета подбоя 4, к которому крепится загрузочная воронка 2 для обмолачиваемого материала.

Для обеспечения захватывающей способности и перемещения растительной массы в молотильном зазоре на планетарных вальцах закреплены серийные односторонние бичи, профиль бичевой ребристый левый согласно рекомендациям А.С. Вишнякова [4].

На рис. 2 показаны направления скоростей зернобобовой массы и элементов ротора на входе в молотильную камеру при осевой подаче стеблей со стороны меньшего основания усеченного конуса молотильного аппарата.

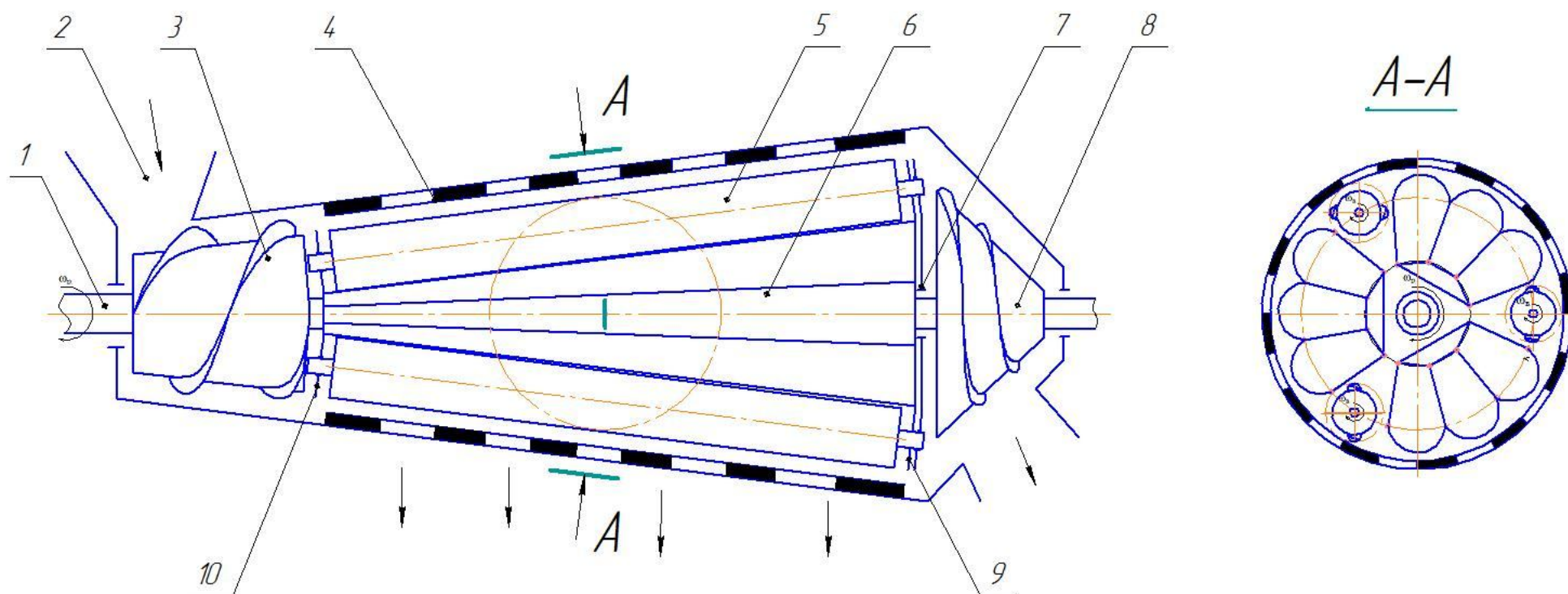


Рис. 1. Принципиальная схема устройства (МСУ):

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 с подшипниками.

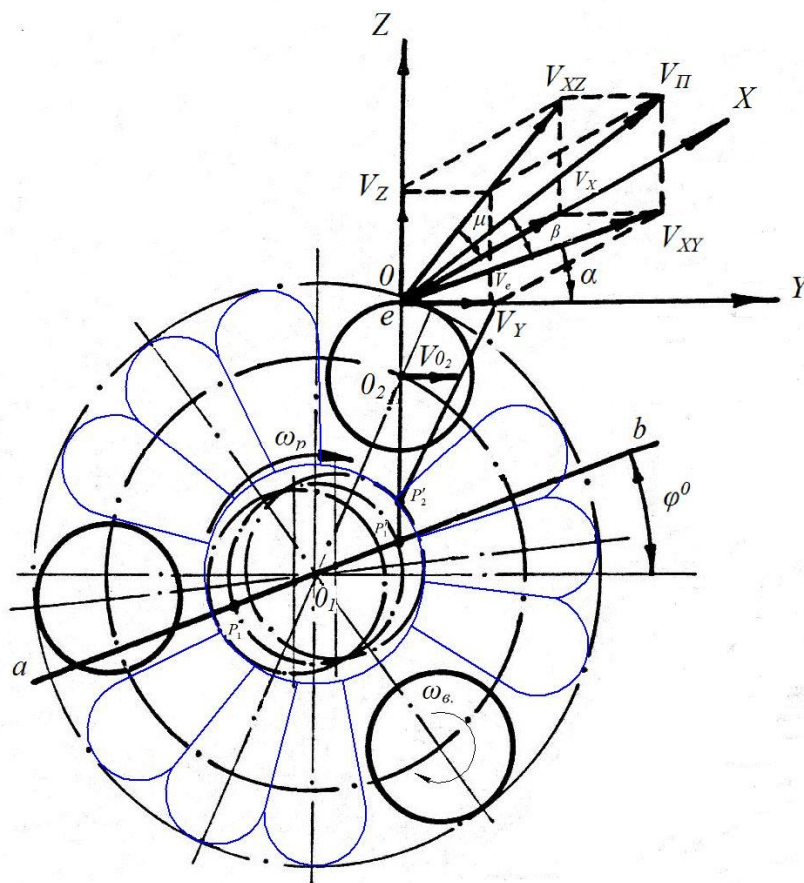


Рис. 2. Кинематическое обоснование молотильно-сепарирующего устройства

Подача зернобобовой массы на обмолот осуществляется шнеком-питателем со скоростью V_{Π} под углом β к горизонтальной плоскости XOY , а проекция этой скорости V_{XY} на эту же плоскость составляет угол α с осью OY .

Тогда проекцию скорости подачи на ось OY можно представить зависимостью

$$V_y = V_{\Pi} \cdot \cos \beta \cdot \cos \alpha, \quad (2)$$

а вероятность попадания бича по зернам на входе в молотильную камеру будет иметь вид:

$$P_{\Pi} = 1 - \frac{V_{\Pi} \cdot \cos \beta \cdot \cos \alpha}{V_{e_i}}, \quad (3)$$

где V_{e_i} – скорость в точке «е» рифа бича планетарного вальца в сложном его движении, м/с.

Из уравнения (3) следует, что вероятность попадания максимальна в том случае, когда углы β и α равны 90° . Но в этом случае ротор не будет обладать захватывающей способностью и эти условия не приемлемы с точки зрения снижения травмирования семян при обмолоте.

Направление оси OX совпадает с направлением вращения ротора. Оси OZ и OY расположены в плоскости вращения усеченного конуса малого диаметра планетарного ротора; X – координаты точки поступления бобовой массы по длине ротора при обмолоте; μ – угол наклона образующей конуса к оси вращения.

В зависимости от вида и состояния обмолачиваемой зернобобовой культуры принимаются различные сочетания направлений и значений скоростей вращения всего ротора и его валцов. Эти сочетания такие, чтобы стебли в рабочей щели перемещались к выходу со скоростью достаточной для получения высокой производительности устройства и хорошего вымолота семян с более лучшим качеством.

Для определения кинематического режима аксиального ротора применим принцип обращенного движения [5, с. 64-65], при котором при неподвижной решетчатой деке барабан и его валцы вращаются относительно соответствующих мгновенных центров P'_1 и P'_2 (рис. 2), причем для обмолота зернобобовых культур направление вращения принято таким, как показано на рисунке, т.е. совпадают.

Примем, что $\theta_1, \theta_2, r_1, r_2, \omega_p, \omega_e$ – центры, радиусы окружности и угловые скорости вращения ротора и планетарных валцов; φ – угол трения по стали материала поступающего на обмолот, $\varphi = 20 \dots 40^\circ$ в зависимости от влажности; ω_{p1} и ω_{p2} – угловые скорости ротора и его валцов относительно соответствующих мгновенных центров P'_1 и P'_2 в обращенном движении; ρ_2 – расстояние между центром валца θ_2 и мгновенным центром P'_2 его вращения в обращенном движении; V_{02} – скорость центра валца относительно поверхности решетчатого подбоя в обращенном движении; $r_d = r_1 + r_2 + \Delta_{cp}$, где Δ_{cp} – среднее значение молотильного зазора между барабаном и декой.

Переменное значение скорости обмолота по длине аксиального ротора определяется зависимостью:

$$V_{e_i} = (\rho_2 + r_2 + x \cdot \operatorname{tg} \mu) \cdot \omega_{P_2} \quad (4)$$

где x – координата точки поступления зернобобовой массы при ее перемещении в молотильном зазоре вдоль ротора.

Рациональное соотношение угловых скоростей барабана ω_p и его валцов ω_e для среднего сечения конического аксиального ротора, обеспечивающее осевое перемещение зернобобовой массы в молотильном зазоре, определяется уравнением:

$$V_{e.cp.} = \sqrt{(r_1 \cdot \omega_p)^2 + V_n^2 - 2 \cdot r_1 \cdot \omega_p \cdot V_n \cdot \sin \beta} + (\omega_p + \omega_e) \cdot r_2, \quad (5)$$

где $V_{e.cp.}$ – скорость точки «е» бича планетарного валца в среднем сечении, что соответствует рекомендуемой скорости выделения семян с наименьшими повреждениями, для гороха $V_{e.cp.} = 16,1$ м/с, для сои 17,5 м/с;

V_n – начальная скорость зернобобовой массы, м/с;

β – угол, обусловленный захватом и направлением движения обмолачиваемой массы, град.

Начальная скорость движения растительной массы на входе в молотильную камеру определена расчетом в соответствии с конструктивными особенностями шнека-питателя, проверена экспериментально и составляет:

$$V_n = (0,038 \dots 0,043) \cdot \omega_p. \quad (6)$$

Угол β определен экспериментально и составляет 18...24 град.

Подставив значения в уравнение (5) и, выполнив соответствующие преобразования, получим его в следующем виде.

При обмолоте гороха $V_{e.c.p.} = 16,1$ м/с, рекомендуемое соотношение угловых скоростей вращения аксиального ротора ω_p и вальцев ω_e :

$$\frac{\omega_p}{71} + \frac{\omega_e}{189} = 1 \quad (7)$$

При обмолоте сои, $V_{e.c.p.} = 17,5$ м/с, рекомендуемое соотношение угловых скоростей вращения аксиального ротора ω_p и вальцев ω_e :

$$\frac{\omega_p}{71} + \frac{\omega_e}{189} = 1. \quad (8)$$

Средняя скорость стеблей в молотильном зазоре под воздействием рифленых бичей для планетарного молотильного устройства по результатам скоростной киносъемки технологического процесса обмолота риса определена Доаном Ван Хоаном [6] и составляет:

$$(0,035 \dots 0,040) \cdot V_{e_i}. \quad (9)$$

Таким образом, нами определены рациональные рекомендуемые режимы работы рабочих элементов молотильно-сепарирующего устройства, осуществляющего дифференцированный обмолот основных зернобобовых культур гороха и сои.

Выводы:

1. В результате проведенного системного анализа указаны пути совершенствования молотильных устройств по повышению качества технологического процесса обмолота и сепарации семян в зависимости от физико-механических свойств зернобобовых культур.

2. Предложена конструкция МСУ и методика технологического расчета конструктивных параметров и кинематического режима при наиболее качественной работе устройства бильного типа.

3. На основе теоретических исследований с использованием принципа обращения движения разработана принципиально новая схема аксиально-роторного планетарного МСУ позволяющего осуществлять дифференцированный обмолот гороха и сои, что особенно важно в сортоиспытании и первичном семеноводстве.

4. Теоретически получены зависимости, описывающие технологический процесс работы планетарного вальца аксиального ротора для обеспечения уста-

новившегося режима вращения, высоких показателей качества и минимальных энергетических затрат.

Список литературы

1. Колесников А.В. Классификация способов обмолота и анализ конструкций молотилок зернобобовых культур / Ермак В.П., Колесников А.В. // Научный вісник Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. Луганськ: Видавництво ЛНАУ, 2012. №41. – С. 83-90.
2. Погорілий Л.В. Прогноз розвитку зернозбиральної техніки на початку ХХІ століття / Погорілий Л.В., Коваль С.А. Техніка АПК. – 1996. - №3 – 21 с.
3. Мацепуро М.Е. Творческое применение академика В.П. Горячкина в научных исследованиях по механизации сельского хозяйства / Мацепуро М.Е. – Минск: Издательство Академии наук БССР, 1956. - 208 с.
4. Вишняков А.С. Исследование влияния размещения бичей и положения их рифов на качественные и энергетические показатели работы молотильного аппарата при двухфазном обмолоте: автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.06.01 «Сельскохозяйственные машины» / А.С. Вишняков. – Челябинск, 1974. – 26 с.
5. Деревенко В.В. Планетарные аппараты уборочных машин [Текст]. Часть 1. Конструкция, теория и расчет: учеб. Пособие / Деревенко В.В. – Краснодар: Издат. Кубанского сельскохозяйственного института, 1979. – 106 с
6. Доан Ван Хоан. Исследования планетарного молотильного аппарата для обмолота риса: дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.06.01 «Сельскохозяйственные машины» / Доан Ван Хоан. – Краснодар, 1970. – 155 с.

Анотація

Обґрунтування конструктивно-режимних параметрів пристрою для виділення і сепарації насіння зернобобових культур.

Колесніков О.В.

Запропонована конструкція молотильно-сепаруючого пристрою диференційованого обмолоту зернобобових культур. Визначено деякі раціональні режими роботи робочих елементів аксіального ротора при виділенні насіння гороху та сої, що задовільняють агротехнічним вимогам.

Abstract

Substantiation of design and operational parameters to isolate and separate of legume crops.

O. Kolesnikov

The construction of legumes grain differential threshing and separating device is offered. Some rational working regimes of an axial rotor working parts for peas and soybeans separation is identified in accordance with agro-technical requirements.