

ОБОСНОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЧАТКООТДЕЛИТЕЛЬНОГО
АППАРАТА ПАССИВНОГО ВИБРАЦИОННОГО ДЕЙСТВИЯ

Olexander Bondarenko, Olexander Rakul

Mykolayiv State Agrarian University, Ukraine

Krylova Street 17, Mykolayiv 54040, Ukraine
e-mail: traktora1@rambler.ru

Аннотация. В работе обоснован пассивный вибрационный способ отделения початков. Предложена принципиально новая схема пиккерно-стрипперного початкоотделительного аппарата со стрипперной пластиной пассивного вибрационного действия. Определены основные факторы, которые влияют на качество выполнения технологического процесса. Проведена оценка экономической эффективности от внедрения предложенной конструкции вибрационного початкоотделительного аппарата.

Ключевые слова: кукуруза, початкоотделительный аппарат, стрипперная пластина пассивного вибрационного действия.

ВСТУПЛЕНИЕ

Как показывает опыт большинства западноевропейских стран и Соединенных Штатов Америки кукуруза является одним из основных продуктов многоцелевого потребления. Важное место кукуруза занимает в зерновых хозяйствах Болгарии, Польши, Венгрии, Франции, Италии, Бразилии и других стран [Циков В.С. 1985]. Наша страна, особенно районы юга Украины, по своим климатическим условиям, весьма благоприятная для выращивания кукурузы. Но, не смотря на такие климатические условия, в результате низкого уровня эффективности используемой кукурузоуборочной техники, не удается полностью использовать потенциал возможностей регионов.

Механизированная технология уборки кукурузы на зерно в последние годы основана на использовании отечественной кукурузоуборочной техники, которая более чем 35 лет остается без изменений и не отвечает современным требованиям по показателям качества, надежности, экономичности выполнения технологических процессов, которые наиболее существенно влияют на конечные производственно-экономические показатели эффективности выращивания кукурузы на зерно [Касьяненко В.Д., Касьяненко В.В. 1990, Кононенко А.Ф. 1980].

Сложность механизации процесса уборки на зерно существующих сортов кукурузы обусловлена также и их физико-механическими и биологическими свойствами: недостаточная стойкость к полеглости, прочность связи початков со стеблем, прочность связи початков с оберткой, пониклость початков по высоте стеблей и другие [Воронюк Б.А. 1970, Резник Н.Е. Резник С.Н. 1963].

Можно утверждать, что наиболее сложной и тяжелой, с точки зрения технологического обеспечения, являются операции отделения початков от стеблей и очистки их от обертки. Таким образом, одним из основных рабочих органов кукурузоуборочных комбайнов, которые в значительной степени определяют качественные и количественные показатели их работы, является початкоотделительный и початкоочистительный аппараты. От их работы зависят как производительность, работоспособность, так и показатели качества работы машины в целом.

Улучшение показателей качества выполнения технологических операций отделения и очистки початков от обертки, то есть повышение полноты сбора, уменьшения загрязнения вороха початков, а также их травмированности является актуальной проблемой на современном этапе развития агропромышленного комплекса.

АНАЛИЗ ПРЕДЫДУЩИХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

До настоящего времени проведенные теоретические исследования, в частности П.П. Карпуши, Л.И. Анисимовой, Н.В. Туделем, К.В. Шатиловым и другими исследователями, посвящались или теоретическому обоснованию протягивание стеблей кукурузы и отделению початков пиккерными вальцами или процессу работы стеблеподающих и захватывающих органов. Но работе пиккерно-стрипперных початкоотделительных аппаратов посвящено недостаточное количество научных трудов.

Согласно проведенной поисковой работе и исследованию экспериментальных рабочих органов, рациональным направлением последующего совершенствования кукурузоуборочных машин следует считать сочетание технологических процессов отделения початков и частичной очистки их от обертки с последующим доочищением.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Исходя из анализа тенденций развития, как отечественной, так и зарубежной кукурузоуборочной техники на сегодняшний день самими распространенными и наиболее перспективными, в части обеспечения минимального повреждения початков, являются пиккерно-стрипперные початкоотделительные аппараты. В этих аппаратах технологический процесс отделения початков от стеблей кукурузы (рис. 1) происходит на пассивных горизонтальных пластинах 3, расстояние между которыми меньше диаметра наименьшего початка, при активном протягивании стеблей ребристыми встречновращающимися вальцами 1, размещенными под ними.

Такие початкоотделительные аппараты имеют два преимущества:

- высокую пропускную способность за счет постоянства технологического процесса;
- минимальное повреждение початков за счет их отделения на гладких поверхностях стрипперных пластин.

Степень травмирования початков на стрипперных аппаратах снизилась в 1,8 раза [Протокол 33-70-90. 1997] по сравнению с другими початкоотделительными аппаратами.

Однако проведенные исследования показали, что пиккерно-стрипперным початкоотделительными аппаратам присущий ряд существенных недостатков:

- относительно высокая засоренность вороха початков свободными примесями в виде листьев и частей стебля кукурузы, которые очесаны пассивными стрипперными пластинами;
- низкая степень очистки початков от обертки при их отделении от стеблей кукурузы.

Установлено, что засоренность вороха початков после пиккерно-стрипперных аппаратов, конструкция которых аналогична конструкции початкоотделительных аппаратов

кукурузоуборочного комбайна КСКУ-6 “Херсонец-200”, составляет 13–15 %. При этом степень очистки початков от оберток этими аппаратами составляет 25–45 % [Протокол 150-84. 1998].

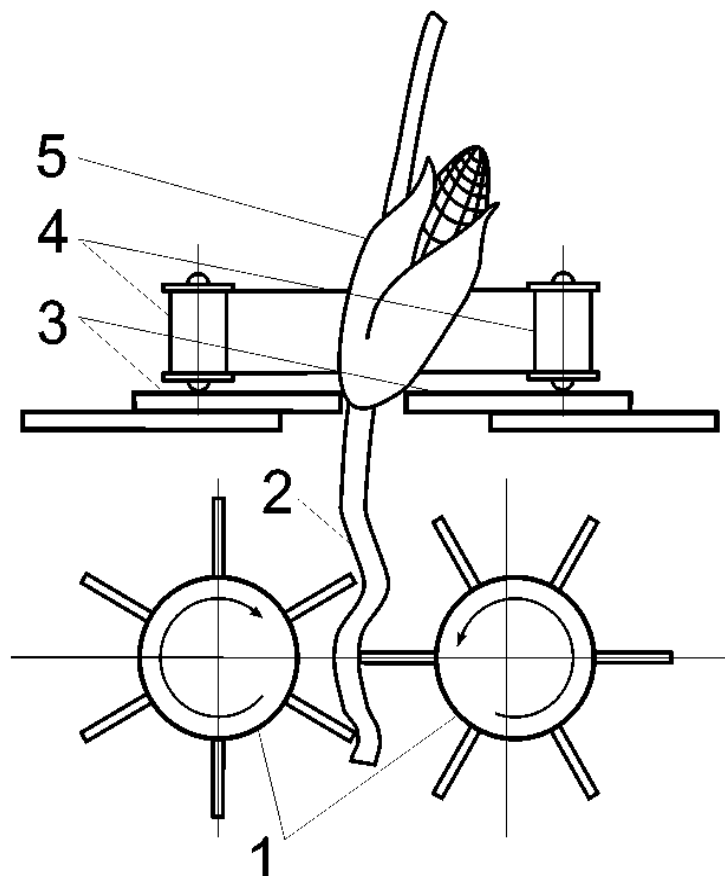


Рис. 1. Классический пиккерно-стрипперный початкоотделительный аппарат:
1 – активный валец (стеблепротягивающий); 2 – стебель; 3 – пассивные стрипперные пластины; 4 – подающая цепь; 5 – початок

Fig. 1. A classic vehicle for the separation of heads:

1 – active billow (which stretches out stems); 2 – a stem; 3 – passive plates which a head becomes separated from on; 4 – a chain for presentation of stems; 5 – a head

Жесткий удар стеблей и листьев кукурузы о края неподвижных стрипперных пластин при протягивании стебля активными ребристыми вальцами приводит к высокой засоренности вороха початков листостебельными примесями. Во время остановки початка, в момент контакта его основания со стрипперными пластинами, возникает наибольшее ударное действие на стебель. При этом очесывается не только сухая листовая часть верхушки стеблей, но и часть стеблей вместе с початками.

Засоренность вороха, во время уборки урожая кукурузы на зерно, осложняет его перемещение в транспортирующих устройствах, особенно в местах их соединений, приводит к образованию нагромождений в приемном шнеке, в большей степени перед

крайними руслами, а в руслах – между облицовкой. Чем ниже влажность листостебельной массы, тем больше степень засоренности вороха [Техника АПК. 2001].

Анализ литературных источников и результатов исследований, проведенных на кафедре тракторов и сельскохозяйственных машин Николаевского государственного аграрного университета показал целесообразность интенсификации технологического процесса отделения початков, то есть рационального сочетания различных известных способов разделения сельскохозяйственных материалов, наиболее распространенными из которых являются разрыв с интенсивным сгибанием связей початка со стеблем, их резание, закручивание и тому подобное.

Для интенсификации операции по распушиванию связей обертки со стержнем наметились такие направления: механическое разрушение методом резания, разрыва и использования вибрационного способа влияния на початок. Если механическое разрушение обертки использовалось и в старых аппаратах, то использование вибрационного способа влияния на початок, о чем свидетельствуют исследования, показало высокую технологическую эффективность и перспективность [Гончаревич И.И. 1981, Дюба Н.Ю., Муханов Ю.П. 1976, Ткачук В.С. 2001].

Вибрационные машины отличаются от других механизмов отсутствием сложного передаточного механизма, который значительно упрощает конструкцию, а значит, увеличивает надежность и КПД, снижает металлоемкость.

На сегодняшний день вибрационные механизмы успешно используются во многих технологических операциях промышленности и сельского хозяйства (при уборке фруктов и ягод, при уплотнении бетонной и silосной массы, при очистке и сортировке на решетках зерновых смесей и т.д.) [Искович-Лотоцкий Р.В. 1982].

Исследование вибрационного действия на початок стало возможным благодаря разработке початкоотделительного аппарата, стабилизирующего неупорядоченные колебания верхней части стеблестоя с початком во время протягивания, в результате чего появилась возможность прогнозируемого вибрационного действия на початок, надежно зафиксированного плодоножкой в отделительном аппарате.

В процессе протягивания стеблестоя протягивающими вальцами, за счет видоизмененной стрипперной пластины, возникают вынужденные собственные колебания початка, в результате чего под действием вибрации значительно уменьшаются физико-механические свойства початка (уменьшаются силы внутреннего трения):

- интенсифицируется процесс разрушения связей между плодоножкой и початком;
- снижается прочность прилегания обертки и разрушается ее связь со стержнем початка, путем возбуждения собственных колебаний стержня.

Таким образом разработан принципиально новый вибрационный початкоотделительный аппарат (рис. 2), который способен интенсифицировать данный технологический процесс, а также уменьшить травмированность початков и в определенной мере выполнять доочистительную функцию, уменьшая при этом нагрузку на початкоочистительный аппарат.

Технологический процесс работы початкоотделительного аппарата протекает следующим образом. На первом этапе стебель сначала ориентируется заходными конусами, после чего подает в зону свободного протягивания. При протягивании стебля, початок достигает стрипперных пластин 2 и 5, контактирует с ними, частично разрыхляется и очищается от обертки за счет видоизмененной стрипперной пластины 2, которая вызывает пассивную вибрацию, после чего происходит его отделение. Далее отделенный початок транспортируется лапками подающей цепи 4.

Теоретический анализ технологического процесса отделения початков показал целесообразность обеспечения постоянного угла ориентации початка в пределах от 45° до 65°, при котором давление на початок будет минимальным. За счет роста напряжений изгиба и не центрального растяжения усилие на отделение уменьшается в 1,5 – 2 разы.

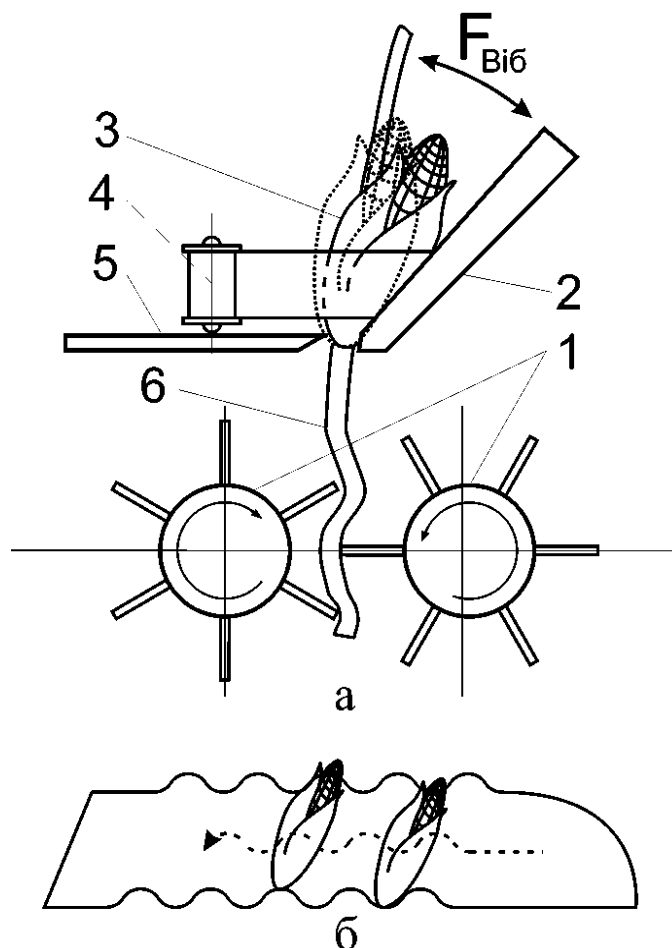


Рис. 2. Початкоотделительный аппарат со стрипперной пластиной пассивного вибрационного действия:

а – поперечный разрез початкоотделительного аппарата;

б – траектория движения початка по пассивной вибрационной стрипперной пластине
1 – активный валец (стеблепротягивающий); 2 – пассивная вибрационная стрипперная пластина; 3 – початок; 4 – подающая цепь; 5 – пассивная горизонтальная стрипперная пластины; 6 – стебель

Fig. 2. Vehicle for the separation of heads with a plate on which becomes separated from head by a passive vibration action:

а – transversal cut of vehicle is for the separation of heads;

б – trajectory of motion of passive vibration head;

1 – active billow (which stretches out stems); 2 – vibration plate on which becomes separated from head; 3 – a head; 4 – chain is for presentation of stems;
5 – passive horizontal plate on which becomes separated from head ; 6 – a stem

Введением действия резания в зону отделения початков (горизонтальная стрипперная пластина заострена под углом 75°) обеспечивается создание зон высокой концентрации напряжений, в результате чего повышается вероятность отделения початков в

определенном месте – ближе к его торцу, а усилие на отделение в отдельных случаях уменьшается в 8 раз, что указывает на высокую технологическую эффективность такого способа разрушения связей початков со стеблями.

Определение факторов, которые влияют на ход выполнения технологического процесса, осуществлялось методом экспертной оценки с последующим анализом диаграммы ранжирования факторов [Налимов В.В., Чернова В.А. 1965].

После проведенного анализа и исключения незначительных факторов нами построена классическая диаграмма рангов с убыванием их величины по мере степени влияния того или иного фактора на качество выполнения технологического процесса. Наиболее значимыми факторами является: величина подачи растений; частота вращения протягивающих валцов; высота рифов стрипперной пластины; угол наклона стрипперной пластины и шаг рифов стрипперной пластины.

Критериями, которые оценивают качество технологического процесса, выбраны:

- потери початков (полнота сбора);
- травмированность початков;
- загрязнение вороха початков.

Для определения травмированности початков взвешивалась вся масса готовой продукции. После чего отбирались травмированные початки, и определялась их масса. К травмированным относились початки из вылушечным и потрескавшимся зерном. Степень травмирования початков рассчитывалась по формуле:

$$ТП = \frac{m_{(ТП)}}{m_{(ГП)}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где: $m_{(ТП)}$ – масса травмированных початков;
 $m_{(ГП)}$ – масса готовой продукции.

Для определения потерь початков, взвешивались початки, которые были собраны и потеряны, то есть остались на растениях или на земле (не попали в початкоотделительный аппарат). Потери початков рассчитывались по формуле:

$$ПП = \frac{m_{(ПП)}}{m_{(СП)} + m_{(ПП)}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где: $m_{(ЗК)}$ – масса собранных початков;
 $m_{(ВК)}$ – масса потерянных початков.

При определении загрязненности вороха початков, на выходе отбиралась готовая продукция, после чего проводилось взвешивание отдельно собранных початков $m_{(СП)}$ и отдельно содержание примесей листостебельной массы $m_{(СЛ)}$. Загрязненность ворох рассчитывалась по формуле:

$$ЗВ = \frac{m_{(СЛ)}}{m_{(СП)} + m_{(СЛ)}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где: $m_{(СЛ)}$ – масса листостебельных примесей.

Исследование поведения критериев оптимизации в зависимости от изменения независимых факторов проводилось с использованием метода двухмерных пересечений [Хедли Д. И. 1967].

Определение экономического эффекта построено на сопоставлении приведенных расходов (эксплуатационных расходов, капитальных вложений) по базовому (серийному) и новому початкоотделительному аппарату кукурузоуборочного комбайна используя методику по определению экономической эффективности новой техники.

Эффективность применения початкоотделительного аппарата с пассивной вибрационной стрипперной пластиной, по сравнению с базовым (серийным), заключается в снижении эксплуатационных расходов за счет повышения производительности, изменения качества и количества собранной продукции. Годовой экономический эффект от внедрения нового початкоотделительного аппарата составляет 2354,5 грн. Срок окупаемости комбайна составил 1,4 годы.

ВЫВОДЫ

1. Наша страна, особенно районы юга Украины, по своим климатическим условиям, весьма благоприятная для выращивания кукурузы. Но не смотря на благоприятные климатические условия страны, в результате низкого уровня эффективности используемой кукурузоуборочной техники, которая более чем на 90 % морально и физически устарела и не отвечает современным требованиям по показателям качества, надежности, экономичности выполнения технологических процессов, не удается полностью использовать потенциал возможностей регионов.

2. На основании теоретических исследований предложена конструктивная схема нового початкоотделительного аппарата пиккерно-стрипперного типа с использованием эффекта пассивной вибрации и определены основные факторы, которые влияют на качество выполнения технологического процесса, а именно: величина подачи растений, частота вращения протягивающих вальцов, высота рифов стрипперной пластины, угол наклона стрипперной пластины и шаг рифов стрипперной пластины.

3. Проведенные экспериментальные исследования позволили определить зоны оптимального соотношения факторов (частота вращения протягивающих вальцов должна быть не больше 830 об/мин, угол наклона стрипперной пластины должен быть 65°, шаг рифов стрипперной пластины – 88 мм, высота рифов стрипперной пластины должна быть 22 мм, подача стеблей – 72 растения за минуту), при которых потери початков составляют 1 – 3 %, травмированность початков 2 – 4 % и загрязненность вороха не больше 7 %.

4. Проведенная оценка экономической эффективности показала перспективность внедрения нового пиккерно-стрипперного початкоотделительного аппарата на кукурузоуборочных комбайнах. Модернизация отечественных кукурузоуборочных машин предложенной конструкцией початкоотделительного аппарата позволит значительно поднять их технический уровень по показателям качества выполнения технологического процесса при уборке кукурузы на зерно. Годовой экономический эффект от предложенной конструкции початкоотделительного аппарата 2354,5 грн. Срок окупаемости комбайна составит 1,4 года.

ЛИТЕРАТУРА

- Балкаров Р.А. 1985.: Обоснование оптимальных параметров кукурузоуборочных агрегатов. В кн.: Повышение производительности машино-тракторных агрегатов. Сборник научных трудов. – М.: Изд. МИИСПа. – С. 84-86.
- Воронюк Б.А.: 1970. Физико-механические свойства растений, почв и удобрений. – М.: Колос. – 432 с.

- Гончаревич И.И.: 1981. Теория вибрационной техники и технологии. – М: Наука. – 244 с.
- Гребенюк Г.І., Кузенко Д.В., Бондаренко О.В.: 1999. Конструктивно-технологічні передумови вдосконалення качановідокремлювальних пристроїв кукурудзозбиральних машин. // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – Вип. 7. С. 133 – 137.
- Гребенюк Г.І.: 1998. Енергетична оцінка та шляхи зниження енергомісткості робочих органів кукурудзозбиральних машин. // Вісник аграрної науки Причорномор'я. Вип. 3. С. 126 – 130.
- Гребенюк Г.І.: 1998. Шляхи розширення технологічних можливостей та ефективності кукурудзозбиральних комбайнів. // Вісник аграрної науки Причорномор'я, Вип. 5. С. 116 – 121.
- Дюба Н.Ю., Муханов Ю.П.: 1976. Исследования вибрации кукурузоуборочного комбайна КСКУ – 6. Тезисы докладов Всеукраинской научно-технической конференции, Харьков. С. 134 – 136.
- Искович-Лотоцкий Р.В.: 1982. Машины вибрационного и виброударного действия. – К.: Технология. 1982. – 168 с.
- Карпуша П.П., Конопельцев Н.И.: 1972. Обоснование параметров и режимов работы початкоотделяющего аппарата очесывающего типа. Тр. Мелитопольского СХИ. Т XVII. Вопросы механизации сельского хозяйства. С. 42 – 45.
- Касьяненко В.Д., Касьяненко В.В.: Новые средства и способы механизации уборки кукурузы. – К.: Урожай. – 124 с.
- Кононенко А.Ф.: 1980. Пути улучшения использования сельскохозяйственной техники. – М.: Колос. – 304 с.
- Кузенко Д.В., Бондаренко О.В., Тимошук В.Ю.: 2000. Теоретичний аналіз підвищення якісних показників качановідокремлювальних апаратів кукурудзозбиральних машин. // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – Вип. 9. С. 136 – 203.
- Налимов В.В., Чернова В.А.: 1965. Статистические методы планирования экспериментальных экспериментов. М.: Наука. – 340 с.
- Протокол № 33–70–90 государственных испытаний КСКУ – 6А., (Южно-Украинская МИС), 1997. – 12 с.
- Протокол № 150–84 государственных испытаний прицепного кукурузоуборочного комбайна ККП–3, (Южно-Украинская МИС), 1998.–22 с.
- Резник Н.Е. Резник С.Н.: 1963. Кукурузоуборочные машины. – Тракторы и сельхозмашины. – 324 с.
- Ткачук В.С.: 2001. Обґрунтування вібраційного сепаратора картоплезбиральних машин. – К. С. 24 – 26.
- Техніка АПК. 2001. Науково-технічний журнал № 1 – 2. С 24 – 26.
- Хедли Д. И.: 1967. Нелинейное динамическое программирование. М.: Мир. – 386 с.
- Циков В.С.: 1985. Перспективы комплексной механизации возделывания кукурузы. – Кукуруза и сорго. № 6, 2 – 5.
- Chancellor W.J.: 1960. Influence of Particle Movement on Energy Losses in an Impeller Blower. – Agricultural Engineering. № 3.
- Kromer K. H.: 1969. Ein Beitrag aber die Hackselgutforderung durch die Schneid – Wurf – Trommel der Exaktfeldhachsler. – Grundlagen der Landtechnik, Bd. 19. №3, S. 95 – 103.

PERFECTION OF VEHICLE FOR SEPARATION OF HEADS IN COMBINE FOR COLLECTION OF CORN

Summary. The passive vibration method of separating the corn ears has been grounded. The new chart of device for the separation of ears with the plate of passive vibration action has been

suggested. The basic factors which influence the quality of implementation of the technological process have been determined. The estimation of economic efficiency of introduction of the suggested construction of the corn ears separating vibration device has been made.

Keywords: corn, vehicle for the separation of heads, a plate on which becomes separated from head of passive vibration action.

Reviewer: Yury Seleznyov, Prof. Sc. D. Eng.