

**В.А. Грубань, кандидат технических наук, доцент кафедры тракторов и сельскохозяйственных машин, эксплуатации и технического сервиса<sup>1</sup>**

**В.И. Гавриш, доктор экономических наук, профессор кафедры тракторов и сельскохозяйственных машин, эксплуатации и технического сервиса<sup>1</sup>**

**И.В. Бацуровская, доктор педагогических наук, кафедры электроэнергетики, электротехники и электромеханики<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup>Николаевский национальный аграрный университет**

### **Теоретические исследования процесса отделения початков кукурузы от стеблей**

**Аннотация.** Приведены результаты теоретических исследований основных способов отделения початков кукурузы от стеблей. Рассмотрен технологический процесс отделения початков при сочетании многих сил. Определены крутящий момент в сечении крепления кочана к плодоножке.

**Annotation.** The results of theoretical studies of the main methods of separating corn cobs from stalks are presented. The technological process of separating cobs with a combination of many forces is considered. The torque in the cross-section of the attachment of the head to the peduncle is determined.

**Ключевые слова:** кукуруза, отделения початков, качаноотделяемый аппарат.

**Keywords:** corn, cobs separation, pump-separating apparatus.

#### **Введение**

Кукуруза – одна из важнейших сельскохозяйственных культур в мире. Её уникальность состоит в высокой потенциальной урожайности и универсальности использования. Почти во всех кукурузо сеющих странах культуру выращивают на зерно, которое используется на продовольственные, кормовые и технические цели. В пищевой промышленности кукурузное зерно является сырьём для получения крупы, муки, масла, крахмала, спирта. Как высокоэнергетический корм, зерно кукурузы пригодно для кормления всех видов животных и птицы. По кормовым достоинствам (содержанию кормовых единиц, обменной энергии и переваримости) зерно кукурузы превосходит зерно других фуражных культур, ввиду чего является неотъемлемой частью комбикормов.

На сегодняшний день обеспечение надежности сложной техники в том числе и в сельскохозяйственной нуждается особенного внимания. Подход, который базируется только на рациональном проектировании, исходя из интуитивных представлений и опыта конструктора уже не достаточен для разработки современных сложных машин. О необходимости выделения вопросов обеспечения надежности современных машин, их комплектов и систем, в отдельное научное направление говорит очень много фактов.

Отделение початков кукурузы от стеблей является важным технологическим процессом при сборе кукурузы. Он значительно регулирует количественные и качественные показатели собранного урожая. Однако пикерно-стриперные качаноотделяющие аппараты, используемые сегодня на большинстве кукурузоуборочных машинах, не соответствуют должному уровню по качественным показателям работы. Поэтому считается целесообразным проведение исследований по разработке качаноотделяющие устройства, обеспечивающий минимальное повреждение початков.

#### **Объект и методика**

Однако на ряду с увеличением производства данной культуры состояние отечественного парка кукурузоуборочной техники находится в неудовлетворительном состоянии.

Ученые многих научно-исследовательских учреждений выполнили ряд теоретических и экспериментальных исследований посвященных различным вопросам совершенствования отделения початков от стеблей. Огромный вклад в развитие этой отрасли сделали: Л.И. Анисимова В.П. Горячкин, П.П. Карпуша, Н.В. Тудела, Н.Е. Резник, К.В. Шатилов, Б.Д. Казачок, К.И. Кусок, М.И. Конопельцев, Н.И. Николаев, Е.И. Бондарев, И. Гребенюк, Д.В. Кузенко, А.В. Бондаренко, И.И. Резниченко, О.Е. Самарин, А.В. Мигальов, Е.В. Труфляк. Анализ про-

веденных экспериментально-теоретических исследований показал, что большинство научных работ, посвященных технологическому процессу работы качаноотделяющих аппаратов, касающиеся вопросов захвата стеблей, закономерностей их протягивания и деформации рабочими органами, а также обоснование их конструктивных и кинематических параметров, определяющих процесс отделения кочана.

Проведенные исследования в отношении сочетания нескольких сил в единый комплекс действий с целью разрушения плодоножки початков, позволяют говорить о целесообразности использования такого способа в технологическом процессе отделения початков от стеблей. К настоящему времени в научных трудах не освещенные вопросы, связанные с отделением початков за счет силы кручение.

### **Результаты исследований**

Поиск технических решений, направленных на повышение качественных показателей работы кукурузоуборочных машин и увеличения производительности в целом, предусматривает установление ряда дополнительных рабочих органов и приспособлений, что интенсифицируют прохождение технологического процесса.

Экспериментально установлено среднее разрывное статистическое нагрузки для плодоножки кукурузы составляет 0,3 ... 1,1 кН, при этом стебель имеет не менее двукратного "запаса прочности". Однако такое соотношение сохраняется у здоровых растений. сопротивление разрыву стебли пораженного личинками бабочки может быть меньше, чем у плодоножки, что приведет к загрязнению вороха кочанов или к потере урожая свободными кочанами.

Использование в технологическом процессе отделения початков силы сгибания, которая будет действовать на плодоножку в продольном направлении, приведет к слому последней. Такой эффект, кроме прогнозируемого места разрушения плодонивжки позволит значительно уменьшить усилия отделения кочана. Согласно экспериментальным данным усилия взлома плодоножки (у основания кочана) в среднем составляет 32 Н, в несколько раз меньше прочности плодоножки на разрыв.

Перспективным путем интенсификации процесса качаноотделения является введение в зону отделения початков пары сил, действующих параллельно и на некотором расстоянии друг от друга, но направлены в противоположные стороны. При этом крутящий момент через закручивания кочана будет действовать на плодоножку, тем самым ослабляя ее связь с початком. Такая интенсификация процесса отделения дает прогнозирования место разрушения плодоножки, а также значительно уменьшает необходимое усилие на отделение початка.

Существует несколько способов отделения початков. Наиболее эффективными из них являются растяжения, удар, слом и кручение. Если рассматривать сочетание нескольких сил в процессе взаимодействия с целью отделения початков, то одним из перспективных путей интенсификации данного процесса является комплексное использование растяжения плодоножки вместе с ее закручиванием. При этом кручение будет выступать в качестве дополнительного разрушающего усилия. Рассмотрим технологическую схему (рис. 1) в которой кручение тела плодоножки 1 осуществляется закручиванием кочана 4 прорезиненной лентой 5, которая движется со скоростью  $v_1$ , а прижимное устройство 6 устраняет проскальзывание кочана. Одновременно вращением протяжных вальцов 2 осуществляется перемещение вилка в сторону стрипперных пластин 3 со скоростью  $v_0$ , после достижения которых происходит его отделение. Время действия закручивания равный промежутке между моментом входа кочана в контакт с лентой и моментом удара кочана о стрипперные пластины:

$$t_1 = \frac{h}{v_0}$$

где  $v_0$  – скорость продольного движения кочана с плодоножкой;  
 $h$  – путь, пройденный кочаном за время контакта с лентой.

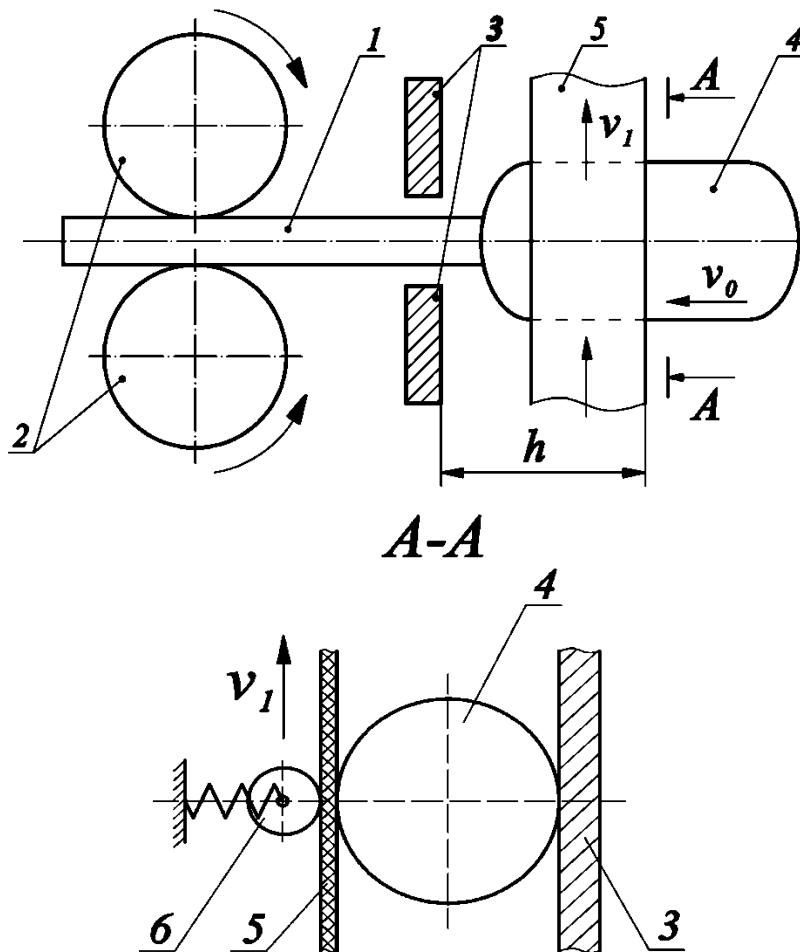


Рис. 1. Технологическая схема закручивания кочана относительно плодоножки: 1 - плодоножка; 2 - протяжные вальцы; 3 - стриперные пластины; 4 - кочан; 5 - прорезиненная лента; 6 - прижимной механизм

Что касается взаимодействия кочана с подвижной лентой, то возможно два варианта моделирования процесса закручивания. Первый вариант закручивания кочана без проскальзывания. Тогда угол закручивания определится:

$$\varphi_{\max} = \frac{v_1 t_1}{R}$$

де  $R$  – средний радиус кочана.

$$\varphi_{\max} = \frac{v_1}{v_0} \frac{h}{R}$$

Второй вариант определения угла закручивания из уравнения крутящего маятника:

$$I_o \ddot{\varphi} + \frac{I_p G}{l} \varphi = M(t)$$

где  $I_p$  – полярный момент инерции для круглого вала (как модели плодоножки);  
 $I_o$  – момент инерции кочана по оси симметрии;  
 $G$  – модуль сдвига (модуль упругости второго рода) для материала вала (плодоножки);  
 $l$  – длина вала (плодоножки);  
 $M(t)$  – крутящий момент от действия силы трения между кочаном и прорезиненной лентой.

При этом максимальный угол закручивания равен:

$$\varphi_{\max} = \varphi(t_1) \approx \frac{M_0}{I_0} \cdot \frac{1 - \cos \omega t_1}{\omega^2}$$

где  $t_1$  – время действия закручивания равный промежутке между моментом входа вилка в контакт с лентой и моментом удара кочана о стрипперные пластины.

Теперь найдем крутящий момент в перетині кріплення качана до плодоніжки:

$$M_{кр\max} = \frac{M_0}{I_0} \frac{GI_p}{l} \frac{1 - \cos \omega t_1}{\omega^2} = M_0 (1 - \cos \omega t_1)$$

Максимального значения момент достигает при  $\cos \omega t_1 = -1$  або при  $\omega t_1 = \pi$ . Тогда  $M_{кр\max} = 2M_0$ .

Другим перспективным путем устранения недостатков работы серийных качаноотделяющих аппаратов считается введение в зону качаноотделения дополнительного усилия взлома плодоножки. Поэтому рассмотрим технологическую схему в которой вращением протяжных вальцов осуществляется перемещение початков к стрипперным пластин. При этом, за счет конструктивных изменений качаноотделяющего аппарата, вилки занимают положение отличное от вертикальности, что и обеспечивает излом плодоножки.

#### **Вывод**

Установлено, что минимальные потери початков в пределах 1,1-1,2% и минимальная травмированность початков в пределах 3-3,8% обеспечиваются при угле наклона стрипперной пластины 65-70°. Установлено, что максимальный угол закрутки кочана  $\varphi_{\max} = 8,1-12,04$  рад. При этом максимальное касательное напряжение кручения находится в пределах  $\tau_{кр\max} = 0,92-1,34$  МПа.

#### **Список литературных источников**

1. Кукурудзозбиральні комбайни: теоретичні основи, конструкція, проектування. Навчальний посібник / К.І. Шмат, О.Е. Самарін, Є.І. Бондарєв, О.В. Мигальов. – Херсон: ОЛДІ-плюс, 2009. – 140 с.
2. Шатилов К.В. Кукурузоуборочные машины / К.В. Шатилов, Б.Д. Козачок, А.П. Орехов и др. – М.: Машиностроение, 1981. – 224 с.
3. Грубань В.А. Обґрунтування компоновочної схеми технологічного модуля для збирання кукурудзи / В.А. Грубань // Вісник аграрної науки Причорномор'я. — Миколаїв : МНАУ, 2013. — Вип. 1(71). — С. 204–212.
4. Грубань В.А. Определение физико-механических свойств стебли кукурузы / В.А. Грубань, О.И. Ракул, В.Е. Пилип // Конструирование, производство и эксплуатация сельскохозяйственных машин. – Кировоград. : КНТУ, 2010. – Вып. 40, Ч. II. — 80–85.
5. Грубань В.А. Методика и экспериментальные исследования морфологических и прочностных характеристик оберток кукурузы / В.А. Грубань, А.В. Бондаренко // Motrol: Commission of Motorization Energetics in Agriculture. — Volume 17, No 2, Lublin 2015, 85-93.