

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ОСНОВНЫХ ЭТАПОВ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОРИЕНТИРОВАНИЯ ПОЧАТКОВ ПРИ ИХ ПОДАЧЕ В МОЛОТИЛКУ

Романенко А.А., аспирант.

(Луганский национальный аграрный университет)

Описаны основные этапы ориентирования початков кукурузы в ориентирующем устройстве молотилки кукурузы. Выявлены параметры оказывающие основное влияние на процесс ориентирования.

Проблема. Процесс ориентирования початка кукурузы состоит из нескольких последовательных этапов, именуемых также событиями (первое событие – выделение одного початка из общей массы; второе событие – захват початка; третье событие – приведение початка в устойчивое заданное положение; четвертое событие - создание условий для дальнейшего передвижения) которые тесно взаимосвязаны. Ввиду строгой последовательности выполнение последующего этапа невозможно без выполнения предыдущего. Для обеспечения максимальной эффективности работы автоматического ориентирующего устройства, необходимо знать основные параметры оказывающие влияние на конкретный этап процесса автоматического ориентирования.

Цель исследования. Выявление закономерности выполнения этапов ориентирования початков при их подаче в молотилку кукурузы.

Анализ последних исследований и публикаций. Исследованием процесса автоматического ориентирования тел по форме схожих с початком кукурузы, как в целом так и каждого этапа по-отдельности занимались многие ученые и исследователи: И.А. Петунина, М.В. Медвидь., Г.И. Креймерман, Н.В. Брагинец, Е.В. Знаев., Н.И. Камышный, Д.Н. Бахарев. Для адекватной оценки эффективности работы ориентирующего устройства данные полученные этими учеными необходимо систематизировать, так как зная от какого конкретно параметра зависит конечный результат определенного этапа можно с огромной долей вероятности получить оценку работы устройства в целом.

Результаты исследований. Конструкция рационального ориентирующего устройства предложенного нами описана в [1, с.23]. Предложенное устройство элеваторного типа. В элеваторном ориентирующем устройстве основным рабочим органом является, шарнирно закрепленная на цепи, пластина, размеры материал и угол установки которой нами были определены в [2, с.51].

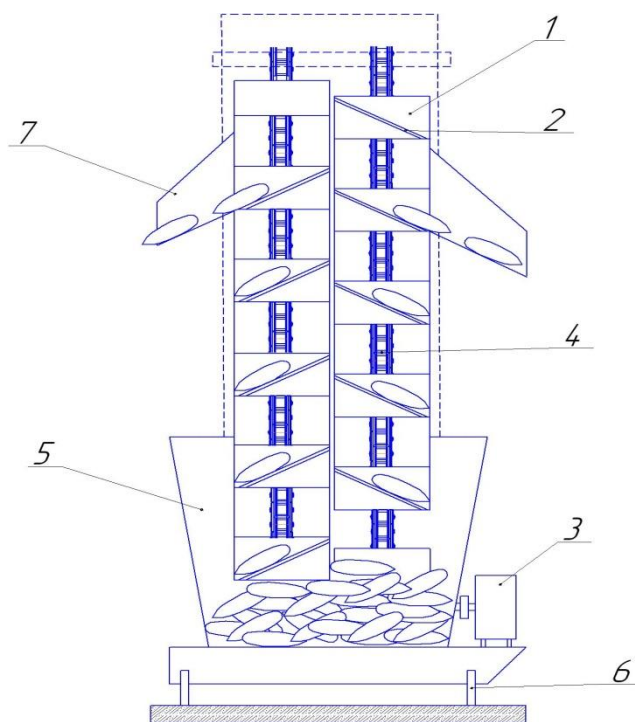


Рисунок 1- Элеваторное ориентирующее устройство: 1 - основная ориентирующая поверхность; 2- вспомогательная ориентирующая поверхность; 3- мотор-редуктор; 4- приводная цепь; 5- загрузочный бункер; 6- опорные колеса; 7- выгрузной лоток.

Основной функцией данного рабочего органа является захват початка кукурузы т.е. извлечение одного початка из навала. Так как извлечение початка из бункера связано с перемещением его в пространстве то вышеприведенный рабочий орган можно считать специальным транспортирующим механизмом, форма и размеры которого соответствуют параметрам початка кукурузы. Для осуществления контроля правильности положения початка элементы захватного органа выполнены в виде пластины закрепленной на основной ориентирующей поверхности, которая имеет возможность изменять угол установки.

Захватные органы, совмещающие функции контроля правильности положения початка обладают определенной селективностью, а именно они захватывают только те початки, из бункера, которые оказались на стыке основной и ориентирующей поверхности в подходящем положении в определенном месте, расположенном на траектории движения рабочего органа. Чем меньше количество положений, в которых початки могут быть захвачены, рабочим органом тем выше селективность. Для уменьшения количества этапов вторичного ориентирования необходимо стремиться к увеличению селективности захватного органа, но в силу того что, селективность зависит не только от конструкции захватного органа, но и от формы и положения первично сориентированного початка, то увеличение селективности не всегда возможно. С повышением селективности захватного органа уменьшается

количество извлекаемых початков в минуту, а это ведет к уменьшению производительности ориентирующего устройства. Для предотвращения снижения производительности нами был разработан захватный орган с регулирующейся установкой органа осуществляющего контроль положения початка на рабочем органе, что существенно увеличило диапазон положений початка, в которых он может быть захвачен рабочим органом. Наибольшее количество початков, которые могут быть извлечены захватным органом в единицу времени определяется по формуле [3, с. 104]:

$$Q_{\max} = Z \cdot N, \text{ шт/ мин,} \quad (1)$$

где – Z – наибольшее количество початков вмещающееся на захватном органе;

N – количество рабочих циклов в минуту.

Так как профиль днища бункера первичного ориентирования имеет форму окружности, получим [3,с. 104]:

$$Z = \frac{\pi d}{l + \alpha} \quad \text{и} \quad N = \frac{1000v}{\pi d} \quad (2)$$

То после подстановки получим для наибольшей производительности захватного органа выражение [3,с. 104]:

$$Q_{\max} = \frac{\pi d}{l + \alpha} \cdot \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000v}{l + \alpha}, \text{ шт/ мин,} \quad (3)$$

где – d – диаметр окружности днища бункера, мм;

l – длинна початка, мм;

α – длинна промежутка между двумя смежными початками в бункере первичного ориентирования;

v – окружная скорость захватного органа, м/мин.

Так как рабочий орган пройдя через толщу початков может не встретить на своем пути початок кукурузы находящийся в необходимом положении то он останется пустым. Число которое показывает отношение максимального количества початков извлекаемых из навала к среднему называется коэффициентом отдачи захватного органа. Тогда средняя производительность автоматического ориентирующего устройства примет вид [3,с. 105]:

$$Q = \frac{1000v}{l + \alpha} \cdot k, \text{ шт/ мин,} \quad (4)$$

где – k – коэффициент отдачи.

Из вышеприведенных математических выражений видно, что основными параметрами для определения производительности захватного органа, как и в целом самого устройства в основном зависит от скорости движения рабочего органа и от коэффициента отдачи. Но так как коэффициент отдачи является значением уникальным для каждого отдельно взятого захватного органа, то возникает необходимость экспериментального определения этого значения, для

адекватного определения производительности автоматического ориентирующего устройства для початков кукурузы.

Из вышеизложенного следует, что коэффициент отдачи, являющийся по сути вероятностью захвата початка захватным органом, а следовательно прямо пропорционально зависящий от вероятности появления початка на стыке ориентирующих плоскостей (основной и вспомогательной), на протяжении определенного промежутка времени будет оставаться практически одинаковым и будет изменяться лишь с уменьшением количества початков в бункере. Следовательно, каждый рабочий цикл рабочих органов можно рассмотреть, как одно из ряда независимых испытаний Бернулли, для которого вероятность извлечения початка является практически постоянной и равна коэффициенту отдачи. Так как значения случайных величин, получаемых при испытаниях Бернулли, распределяются по биномиальному закону, то процесс выдачи початков из бункера, также будет подчиняться этому закону. Следовательно, вероятность $P_z(m)$ того, что за один рабочий цикл количество « z » захватных органов выдаст из бункера « m » початков выразится формулой [3, с. 105]:

$$P_z(m) = C_z^m \cdot k^m (1-k)^{z-m}, \quad (5)$$

где $C_z^m = \frac{z!}{m!(z-m)!}$ — биномиальный коэффициент.

Исходя из теории вероятности при большом количестве испытаний Бернулли, значение этой величины подчиняется закону Пуассона, “Закону редких явлений”. тогда для малых значений коэффициента отдачи вероятность того что за один рабочий цикл количество « z » захватных органов выдаст из бункера « m » початков примет вид [3, с. 106]:

$$P_z(m) = \frac{M^m}{m!} e^{-M} = \frac{(k \cdot z)^m}{m!} e^{-kz}, \quad (6)$$

где $M = k z$ — математическое ожидание количества початков извлекаемых из бункера захватными органами за один рабочий цикл;

Определив значение вероятности захвата рабочим органом початка кукурузы, в дальнейшем эти значения будут учтены при создании математической модели описывающей процесс автоматического ориентирования початков кукурузы в пространстве.

Что же касается скорости движения рабочего органа то здесь очень важно учесть все силы, действующие на початок, как до захвата, так и во время нахождения початка на рабочем органе. В ориентирующих устройствах с вращательным движением рабочего органа уменьшение коэффициента отдачи с увеличением скорости рабочего органа может происходить по нескольким причинам: во-первых, вследствие слишком высокой скорости движения захватного органа, початки, захваченные им, не успевают соскользнуть с него в приемный лоток, так как движение початка по рабочему органу происходит под действием силы тяжести, во-вторых силы инерции при определенной скорости

приводят к выбрасыванию початка из рабочего органа. Таким образом скоростной коэффициент для нашего ориентирующего устройства будет выражаться соотношением пути S к длине захватного органа L . Величина пути S и условия не отрыва початков от рабочего органа под действием сил инерции связаны с законом движения рабочего органа и имеет следующий вид [4,с. 120]:

$$S = \frac{\omega_{cp} \cdot t_e^2}{2} \approx \frac{C_s \cdot g(\sin \alpha_M - f \cos \alpha_M) \cdot t_e^2}{2}, \quad (7)$$

где ω_{cp} – среднее ускорение початков на рабочем органе за время t_B ;

t_e – время соскальзывания, т.е. время на протяжении которого рабочий орган будет находиться в зоне окна выгрузки;

C_s – число меньше единицы зависящее от закона движения рабочего органа;

α_M – угол наклона основной ориентирующей поверхности;

Ниже приведена схема взаимодействия сил рабочего органа с початком расположенным под углом к горизонту.

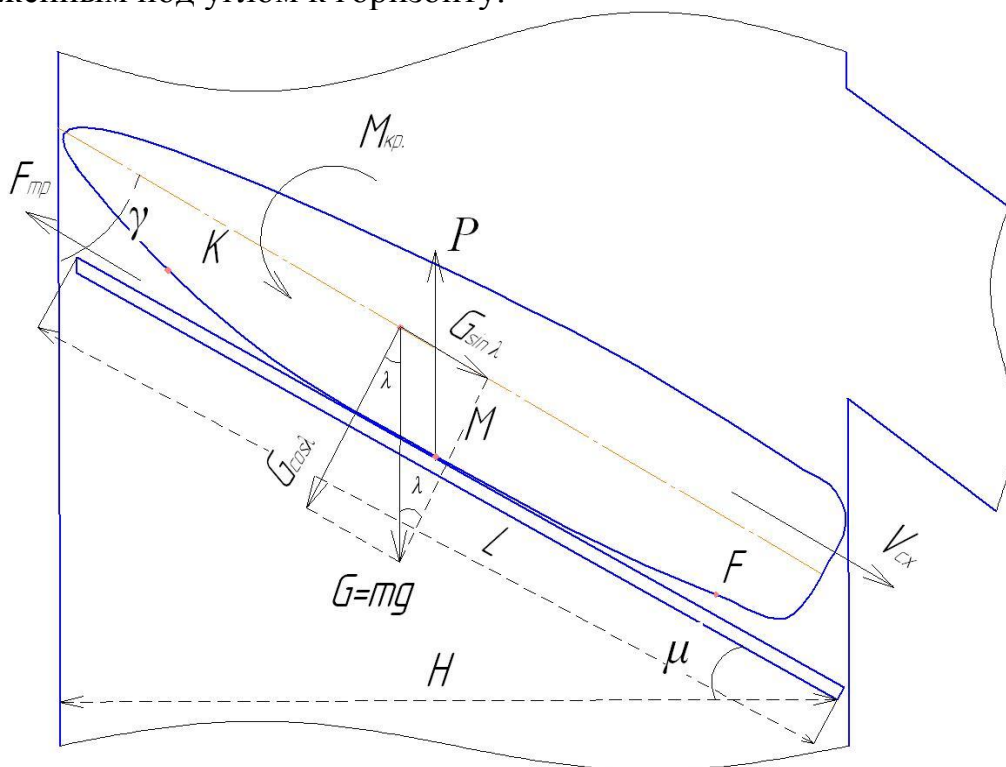


Рисунок 2 - Схема взаимодействия рабочего органа с початком расположенным под углом к горизонту: γ - угол защемления; $K - M - F$ – точки возможного контакта; P – подъемная сила пластины; $G\sin\lambda$ – составляющая силы тяжести которая сбрасывает початок; $M_{кр}$ – крутящий момент; V_{cx} – скорость схождения початка с рабочего органа; $F_{тр}$ – сила трения; H – ширина бункера; L – длинна рабочего органа; μ - угол наклона рабочего органа.

Как видно из схемы рабочий орган расположенный под углом контактирует с початком в точке M , что дает возможность равномерно распределить усилие трения между стенками бункера и избежать защемления, а как следствие и уменьшения коэффициента отдачи. В случае применения рабочего органа расположенного горизонтально контакт початка и рабочего органа произошел бы в точках K или F , что не дало бы возможности равномерно распределить силы трения в следствии чего произошло бы заклинивание рабочего органа.

Так как ориентирующее устройство должно быть универсальным то закрепить основную ориентирующую пластину в одном положении не представляется возможным в силу различных габаритных показателей разных сортов кукурузы. По этому предлагается крепеж рабочего органа выполнить таким образом, что его угол установки можно будет изменять в процессе эксплуатации. Значения установки угла поворота основной пластины были заложены в конструкцию на основании экспериментальных данных приведенных нами в [2, с.53].

Выводы. 1. На эффективность работы ориентирующего устройства значительное влияние оказывает скорость перемещения рабочего органа конструктивные параметры захватывающих пластин и форма бункера в зоне захвата.

2. Эффективность работы устройства элеваторного типа целесообразно оценивать при помощи коэффициента отдачи вероятностный расчет которого приводится по выражению (5).

3. Чем больше слоев початков находится в бункере, тем более постоянным будет значение коэффициента отдачи.

Список литературы

1. Брагинец Н.В. Аналитические исследования устройств способных ориентировать початки кукурузы в пространстве/ Н.В. Брагинец, А.Д. Буянов, Д.Н. Бахарев, А.В. Коваленко, Романенко А.А. // Науковий вісник. – 2012. – №41 – С.23–31.

2. Брагинец Н.В. Обоснование конструктивно-технологических параметров рабочих органов ориентирующего устройства для початков кукурузы / Брагинец Н.В. Бахарев Д.Н., Романенко А.А. // Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. - Луганськ: ЛНАУ, 2013. - № 51.- С. 51-58.

3. М.В. Медвидь Автоматические ориентирующие загрузочные устройства и механизмы / М.В. Медвидь. – М.: Машгиз, 1963 – 300с.

4. Камышный Н.И. Автоматизация загрузки станков./ Камышный Н.И. – М.: Машиностроение, 1977. – 288с. с ил.

5. Е.В. Знаев разработка устройств поштучной ориентированной подачи маточников сахарной свеклы к посадочному аппарату высадкопосадочной машины: дис... к.т.н.: 05.20.01/ Знаев Евгений Иванович. – Пенза, 2008. – 223с.

6. Петунина И. Я. Разработка ресурсосберегающих процессов очистки и обмолота початков семенной кукурузы: дис...доктора техн. наук: спец. 05.20.01/ Петунина Ирина Ярославовна. – К., 2009. – 349 с.

Анотація

Математичне моделювання процесу орієнтування качанів при їх подачі до молотарки

Романенко А.А.

Описані основні етапи орієнтування качанів кукурудзи орієнтуючим пристроєм молотарки кукурудзи. З'ясовані параметри що здійснюють вплив на процес орієнтування.

Abstract

Mathematical description of the basic stages design of process of orientation of ears at their serve in threshing machine

A. Romanenko

The basic stages of orientation of corn-cobs are described in the orienter of threshing machine of corn. Parameters are exposed rendering basic influence on the process of orientation.