

УДК631.361.022:631.335

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АКСИАЛЬНО-РОТОРНОГО
МОЛОТИЛЬНО-СЕПЕРИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ
КУКУРУЗЫ ПУТЕМ РАЗРАБОТКИ КОНСТРУКЦИИ
ДОМОЛАЧИВАЮЩЕГО АППАРАТА**

Брагинец Н.В., д.т.н., профессор

Бахарев Д.Н., к.т.н., доцент

Бурнукин А.Е., аспирант

Луганский национальный аграрный университет

Проведен анализ возможных путей перемещения початка кукурузы в домолачивающем аппарате. Определена математическая модель, позволяющая наиболее полно описать перемещение початка кукурузы в пространстве.

***Ключевые слова:** кукуруза, аксиально-роторное молотильно-сеперирующее устройство, домолачивающий аппарат.*

Постановка проблемы. Перемещение початка в домолачивающем аппарате следует рассматривать как движение твердого тела с переменной массой в пространстве. Существующая теория перемещения тела с переменной массой базируется на работах И. В. Мещерского. Основным недостатком данной теории является то, что для описания некоторых явлений применяется значительное упрощение и рассматривается материальная точка. К початкам кукурузы это не применимо, поскольку пренебрегая массой початка, становится невозможным получение достоверных результатов. Также, перемещение початка можно рассматривать как процесс несвободного перемещения твердого тела в пространстве. Однако несвободное перемещение также необходимо рассматривать с учетом изменения массы во времени.

Целью исследования является изучение закономерностей несвободного перемещения початка кукурузы с учетом изменения его массы в домолачивающем устройстве.

Анализ последних исследований и публикаций. Теоретические основы по определению закономерностей перемещения початка в молотильной камере приведены в работах таких ученых, как: Гуров И.Н., Голик М.Г., Петунина И.Я., Креймерман Г.И., Кравченко В.С., Сережина Н.В., Бобриков Н.А., Данилевич С.Ю., Тогонбаев Т.К. и др. Основным недостатком работ является то, что в процессе перемещения початка не учитывалось изменение его массы.

Результаты исследований. Проведенный анализ математических моделей, применяемых при описании процесса домолота початков кукурузы показал, что эффективность работы домолачивающего аппарата можно

охарактеризовать таким параметром, как производительность. На основании этого была выбрана опорная математическая модель, в которую предложено внести ряд дополнительных параметров:

- угловую скорость ротора;
- скорость движения домолачиваемой массы вдоль ротора;
- путь, который проходит домолачиваемая масса в камере домолота;
- количество зерна, поступившего в домолачивающее устройство в связанном состоянии с початком;
- биологические особенности подвида обмолачиваемой кукурузы;
- геометрические параметры ротора и деки.

Путь початка в домолачивающем аппарате можно разделить на два участка. Изначально, когда початок поступает в домолачивающий аппарат, его движение на участке длиной l_1 в промежутке времени t_1 (рис. 1), можно рассматривать как перемещение тела с переменной массой в пространстве.

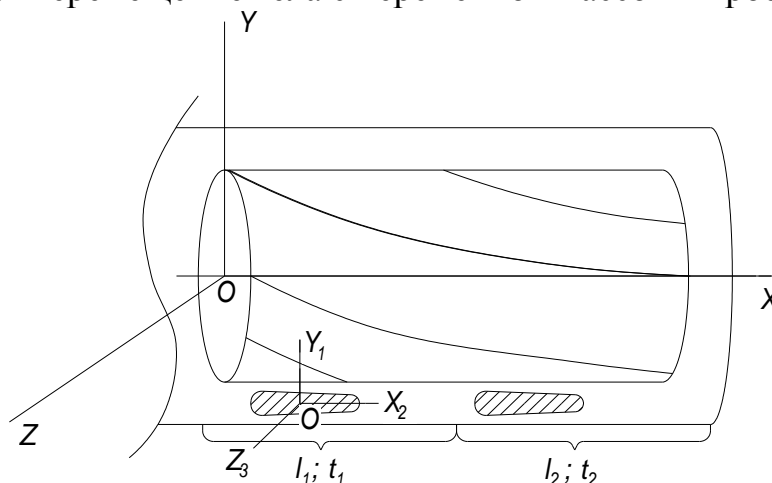


Рис. 1. Участки домолачивающего аппарата, на которых может происходить перемещение початка с изменением массы и перемещение початка, как твердого тела в пространстве

Механика тел переменной массы рассматривает два класса задач: определение траектории центра масс и определение движения тела переменной массы около центра масс. В ряде случаев можно найти траекторные характеристики движения центра масс, исходя из уравнений динамики точки переменной массы [1-4].

Общие законы динамики тел с переменной массой были открыты и исследованы И. В. Мещерским и К. Э. Циолковским, и представлены в виде следующей математической модели [2-4]:

$$M \frac{dv}{dt} = F + \frac{dM_1}{dt} V_1 + \frac{dM_2}{dt} V_2, \quad (1)$$

где M – масса точки, кг;

v – скорость точки, м/с;

t – время движения, с;

F – равнодействующая приложенных сил, Н;

V_1 – относительная скорость отделяющихся частиц, м/с;

$\left| dM_1/dt \right|$ – секундный расход массы, кг/с;

V_2 – относительная скорость присоединяющихся частиц, м/с;

$\left| dM_2/dt \right|$ – секундный приход массы, кг/с.

Процесс изменения массы тела можно рассматривать как присоединения к телу новых частиц, как отделение некоторых частиц тела, или как оба эти явления совершающиеся одновременно, причем присоединения к телу новых частиц необходимо понимать в том смысле, что они принимают такое же участие в движении тела, как если бы это были частицы самого тела [3].

Для домолота початков кукурузы секундный расход массы необходимо рассматривать как процесс отделения зерен от початка. Под секундным приходом массы можно было бы рассматривать процесс перемещения частиц металла с поверхности камеры домолота с которыми взаимодействует початок. Но масса этих частиц будет настолько малой, что значением секундного прихода массы в нашем случае можно пренебречь и считать его равным нулю.

При использовании формулы И. В. Мещерского необходимо учесть такие факторы, как:

- движение початка происходит по криволинейной траектории;
- движение початка является не равномерным.

Также, перемещение початка на участке l_1 за промежуток времени t_1 (см. рис. 1), можно рассматривать как перемещение несвободного твердого тела в пространстве. Твердое тело является несвободным в пространстве $Oxyz$, если на его положение в этом пространстве наложены какие-либо ограничения, или если оно опирается на тело отсчета или соединено с ним через посредством других тел [5].

В нашем случае ограничивающими поверхностями выступают ротор и дека с шипами, а зернам на початке, как и всей домолачиваемой массе в целом, отведена роль тел, посредством которых початок ограничивается двумя поверхностями.

Для определения метода расчета движения початка в камере домолачивающего аппарата на участке l_1 за промежуток времени t_1 , необходимо провести опыты, которые покажут, какое количество зерен остается на початке, после прохождения последним всех участков камеры обмолота. На основании этого можно будет сделать выводы, можно ли при дальнейших расчетах пренебрегать массой оставшихся зерен.

Второй этап прохождения початком домолачивающего аппарата на участке l_2 за промежуток времени t_2 (см. рис. 1), необходимо рассматривать только как перемещение несвободного твердого тела в пространстве.

Для описания движения початка во второй части домолачивающего аппарата, необходимо ввести две системы координат. Одна «неподвижная», инерциальная система координат XYZ с началом в точке O (см. рис. 1).

Другая – движущаяся, $x_1=x$, $x_2=y$, $x_3=z$, жестко связанная с твердым телом, а в нашем случае это початок, и участвующая во всех его движениях.

Поскольку движущаяся система жестко связана с твердым телом, то положение твердого тела относительно неподвижной системы координат однозначно определяется заданием положения движущейся системы. Таким образом, скорость любой точки тела (относительно неподвижной системы координат) может быть выражена через поступательную скорость тела и угловую скорость его вращения [2, 6-7].

Тем самым, опираясь на вторую задачу динамики, а именно зная действующие на початок силы, его массу, а также его положение и скорость, мы сможем определить закон движения початка.

Выводы:

1. Перемещение початка в камере домолачивающего аппарата можно рассматривать как несвободное перемещение твердого тела.

2. При изучении перемещения початков в камере домолачивающего аппарата целесообразно применять две системы координат. Первая система координат является неподвижной и служит начальной точкой отсчета. Вторая система координат является подвижной, которая жестко связана с перемещаемым твердым телом и дает возможность определить положение початка в любой промежуток времени.

3. Для домолота початков кукурузы секундный расход массы необходимо рассматривать как процесс отделения зерен от початка. Секундного прихода массы в нашем случае наблюдаться не будет.

4. Для рассмотрения движения початков с точки зрения перемещения тел с переменной массой необходимо провести опыты, которые позволят определить, окажет ли существенное влияние на показатель массы количество оставшихся зерен, после прохождения початком полного цикла в основной камере обмолота.

Список использованных источников:

1. Трофимов Т. И. Физика. 400 основных законов и формул: Справочник для студентов вузов / Трофимов Т. И. – М.: Высш. шк., 1993. – 46 с.
2. Бессонов А. А. Конспект лекций по механике / Бессонов А. А. – Челябинск: Издательство Челябинского государственного университета, 2013. – 158 с.
3. Мещерский В. И. Работы по механике тел переменной массы. Второе издание / Мещерский В. И. – М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1952. – 280 с.
4. Проблемы математического моделирования космических систем. [Учебное пособие] / С. А. Кутузов, М. А. Марданов, Л. П. Осипков, Н. В. Старков. – СПб.: СОЛО, 2000 – 228 с.
5. Черногоров Е. П. Теоретическая механика. Динамика. [Краткий курс лекций] / Черногоров Е. П. – Челябинск, 2011. 58 с.

6. Зегря Г. Г. Момент импульса. Динамика твердого тела. [Конспект лекций по общему курсу физики] / Г. Г. Зегря, Д. А. Паршин – СПб.: 2000 – 29 с.

7. Жилин П.А. Векторы и тензоры второго ранга в трехмерном пространстве / Жилин П.А. – СПб.: Нестор, 2006 – 274 с.

**Брагінець Н.В., Бахарев Д.М.,
Бурнукін О.Є. Підвищення
ефективності аксіально-роторного
молотильно-сепаруючого пристрою
для кукурудзи шляхом розробки
конструкції домолочуючого апарату**

Проведено аналіз можливих шляхів переміщення качана кукурудзи в домолочуючому апараті. Визначена математична модель, що дозволяє найбільш повно описати переміщення качана кукурудзи в просторі.

Ключові слова: кукурудза, аксіально-роторний молотильно-сеперіруючий пристрій, домолачіваючий апарат.

**Braginets N.V., Baharev D.N.,
Burnukin A.E. Efficiency axial
rotary threshing separate device for
corn development by design finish
threshing staff**

The analysis of possible ways to move the ear of corn in the finish threshing machine. The mathematical model that allows the most complete description of the movement of an ear of corn in place.

Keywords: corn, axial rotary threshing and seperiruyuschee device domolachivayuschy machine.