



УДК 631.354

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ЧАСТИЦЫ ВОРОХА ПОСЛЕ СОУДАРЕНИЯ С ГРЕБЕНКОЙ

Шабанов Н.П., к.т.н.,

Овчаренко Ф.А., аспирант*

ЮФ НУБиП Украины «Крымский агротехнологический университет»

Тел. (06192) 5-47-88

Аннотация – установлена взаимосвязь между основными параметрами устройства для обмолота зернового сорго на корню и скоростью частицы вороха после соударения с гребенкой.

Ключевые слова – обмолот на корню, очесывающий барабан, гребенка, скорость частицы вороха.

Постановка проблемы. В технологическом процессе возделывания зернового сорго важную операцию уборки урожая перспективно выполнять его обмолотом на корню. Вследствие несогласованности конструктивных и кинематических параметров очесывающего устройства, обмолот зернового сорго на корню дает результат не соответствующий агротребованиям. С целью усовершенствования очесывающего устройства и повышения эффективности процесса обмолота зернового сорго на корню нужно обосновать его параметры.

Анализ последних исследований. Анализ литературных источников [1, 2, 3] показал, что в дальнейшем времени уборку зерновых культур будет выгодно выполнять способом обмолота растений на корню, который обеспечивает высокое качество сбора зерна и увеличение производительности уборочного агрегата на 30...50 %, со значительной экономией топлива и затрат труда. Однако в этих работах недостаточно полно раскрыты вопросы теоретического обоснования параметров устройства для обмолота зернового сорго на корню.

Формулировка целей статьи. Целью работы является установление взаимосвязи между основными параметрами устройства для обмолота зернового сорго на корню и скоростью частицы вороха после соударения с гребенкой.

Основная часть. Рассмотрим взаимодействие гребенки очесывающего барабана с частицами вороха (рис. 1).

* Научный руководитель – к.т.н., доц. Шабанов Н.П.

© к.т.н. Н.П. Шабанов, аспирант Ф.А. Овчаренко

В результате удара поверхностью гребенки частицы вороха приобретают начальную скорость u , величину и направление которой требуется определить.

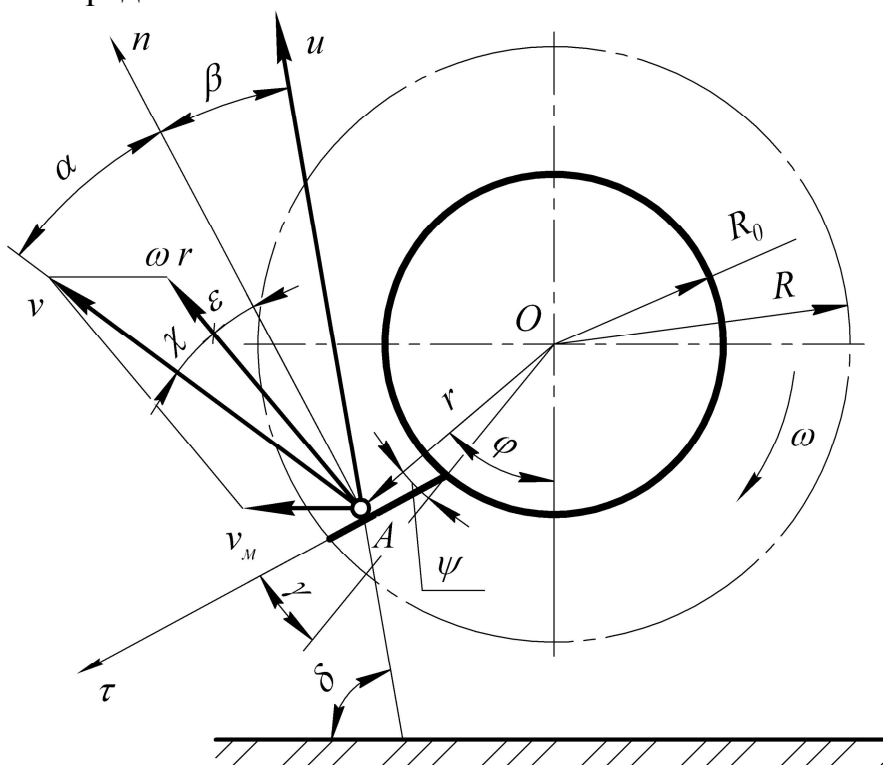


Рис. 1. Взаимодействие частицы с гребенкой.

Введем следующие допущения:

1. Представляем частицу вороха материальной точкой;
2. Начальная скорость частицы равна нулю;
3. Движение частицы происходит в плоскости вращения гребенки;
4. Воздушная среда не влияет на движение частицы.

Гребенка, движущаяся со скоростью v , ударяет о неподвижную частицу А. Используя теорему косинусов, можно записать

$$v = \sqrt{v_m^2 + \omega^2 r^2 - 2v_m \omega r \cos(\pi - \varphi)}, \quad (1)$$

где v_m – скорость машины, м/с;

ω – угловая скорость гребенки, рад/с;

r – расстояние от оси барабана до частицы, $r = AO$, м;

φ – угол отклонения от вертикали отрезка AO , рад.

Во время соударения гребенки с частицей возникают мгновенные силы, вызывающие внезапное изменение количества движения частицы [4, 5].

Скорость гребенки v в начале удара отклонена на некоторый угол α от нормали Ap к поверхности гребенки. Как видно из рис. 1

$$\alpha = \chi + \varepsilon, \quad (2)$$

где χ – угол между полной скоростью гребенки v и ее окружной скоростью ωr , рад;

ε – угол между нормалью An к поверхности гребенки и окружной скоростью гребенки ωr , рад.

Используя тригонометрические зависимости [6, 7] и систему компьютерной математики Mathematica 7 [8] для преобразований, запишем, что

$$\chi = \arccos \left(\frac{v_m \cos \varphi + \omega r}{\sqrt{v_m^2 + \omega^2 r^2 + 2v_m \omega r \cos \varphi}} \right). \quad (3)$$

Определим угол между нормалью к поверхности гребенки и окружной скоростью гребенки

$$\varepsilon = \gamma - \psi, \quad (4)$$

где γ – угол наклона гребенки, рад;

ψ – угол между прямыми, пересекающимися в оси барабана (точка O), одна из которых проходит через основание гребенки, а другая через точку удара гребенки о частицу, рад.

Угол ψ найдем с помощью уравнения поверхности гребенки в полярных координатах [9]

$$r = \frac{R_0 \sin \gamma}{\sin(\gamma - \psi)}, \quad (5)$$

где R_0 – внутренний радиус барабана, м.

Откуда

$$\psi = \gamma - \arcsin \left(\frac{R_0 \sin \gamma}{r} \right). \quad (6)$$

Тогда с учетом (6) уравнение (4) примет вид

$$\varepsilon = \arcsin \left(\frac{R_0 \sin \gamma}{r} \right). \quad (7)$$

Подставив (3) и (7) в (2), получим

$$\alpha = \arccos \left(\frac{v_m \cos \varphi + \omega r}{\sqrt{v_m^2 + \omega^2 r^2 + 2v_m \omega r \cos \varphi}} \right) + \arcsin \left(\frac{R_0 \sin \gamma}{r} \right). \quad (8)$$

Таким образом, выражениями (1) и (8) определены параметры системы частица-гребенка вначале удара.

Вектор скорости гребенки v в момент начала удара образует угол α с нормалью An к поверхности гребенки, вектор скорости частицы u в момент конца удара образует с этой же нормалью угол β (рис. 1).

Обозначим проекции скоростей u и v на нормаль An и касательную $A\tau$ к поверхности гребенки соответственно через u_n, u_τ и v_n, v_τ .

Разделим процесс удара на два этапа [10]. В течение первого этапа совершается деформация частицы и гребенки. В течение второго

Тогда проекция скорости на касательную $A\tau$

$$u_\tau = \begin{cases} kv_\tau, \alpha \leq \mu; \\ \frac{\mu}{\alpha} kv_\tau + \frac{\alpha - \mu}{\alpha} v_\tau, \alpha > \mu. \end{cases} \quad (10)$$

С учетом (9) и (10) скорость u запишется как

$$u = \begin{cases} \sqrt{(1+k)^2 v_n^2 + k^2 v_\tau^2}, \alpha \leq \mu; \\ \sqrt{(1+k)^2 v_n^2 + \frac{(\alpha - (1-k)\mu)^2}{\alpha^2} v_\tau^2}, \alpha > \mu. \end{cases} \quad (11)$$

Угол между вектором u и нормалью An

$$\beta = \begin{cases} \arctg\left(\frac{kv_\tau}{(1+k)v_n}\right), \alpha \leq \mu; \\ \arctg\left(\frac{(\alpha - (1-k)\mu)v_\tau}{\alpha(1+k)v_n}\right), \alpha > \mu. \end{cases} \quad (12)$$

Определим угол наклона к горизонту скорости u . Как видно из рисунка 1 $\delta = \varphi + \varepsilon + \beta$ или с учетом (7) и (12)

$$\delta = \beta = \begin{cases} \varphi + \arcsin\left(\frac{R_0 \sin \gamma}{r}\right) + \arctg\left(\frac{kv_\tau}{(1+k)v_n}\right), \alpha \leq \mu; \\ \varphi + \arcsin\left(\frac{R_0 \sin \gamma}{r}\right) + \arctg\left(\frac{(\alpha - (1-k)\mu)v_\tau}{\alpha(1+k)v_n}\right), \alpha > \mu. \end{cases} \quad (13)$$

Выводы. Выражениями (11) и (13) определены величина скорости частицы и ее направление в конце удара. Полученные аналитические зависимости будут использованы в дальнейших теоретических исследованиях усовершенствованного очесывающего устройства для обмолота зернового сорго на корню.

Литература.

1. Шабанов П.А. Механико-технологические основы обмолота зерновых культур на корню: дис. д-ра тех. наук: 05.20.01 / П. А. Шабанов – Мелитополь: [б. в.], 1988г. – 291 с.
2. Отчет о научно-исследовательской работе лаборатории рисоуборочных машин / МИМСХ. – Мелитополь: МИМСХ, 1976 г. – 45с.
- Исследования обмолота зернового сорго методом очеса его на корню. 1976 – 45 с.
3. Шепель Н. А. Сорго: практика / Н. А. Шепель – Волгоград, 1994г. – 448 с.
4. Кильчевский Н.А. Курс теоретической механики. – Т. 2 / Н.А. Кильчевский. – Т. 2. – М.: Наука, 1977. – 544 с.
5. Воронков И.М. Курс теоретической механики / И.М. Воронков. – М.: Наука, 1964. – 596 с.

6. *Выгодский М.Я.* Справочник по элементарной математике / *М.Я. Выгодский.* – М.: АСТ: Астрель, 2006. – 509 с.
7. *Воднев В.Т.* Основные математические формулы / *В.Т. Воднев, А.Ф. Наумович, Н.Ф. Наумович.* – Мн.: Выш. шк., 1988. – 269 с.
8. *Дьяконов В.* Mathematica 4: учебный курс / *В. Дьяконов.* – СПб: Питер, 2001. – 656 с.
9. *Выгодский М.Я.* Справочник по высшей математике / *М.Я. Выгодский.* – М.: АСТ: Астрель, 2006. – 991 с.
10. *Бать М.И.* Теоретическая механика в примерах и задачах. – Т. 2 / *М.И. Бать, Г.Ю. Джанелидзе, А.С. Кельзон.* – Т. 2. – М.: Наука, 1966. – 664 с.

ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ ЧАСТКИ ОБЕРЕМКА ПІСЛЯ ЗІТКНЕННЯ З ГРЕБІНКОЮ

Шабанов М.П., Овчаренко Ф.О.

Анотація – встановлено взаємозв'язок між основними параметрами пристрою для обмолоту зернового сорго на корені і швидкістю частки оберемка після зіткнення з гребінкою.

DEFINITION OF SPEED OF THE PARTICLE OF LOTS AFTER IMPACT WITH THE COMB

N. Shabanov, F. Ovcharenko

Summary

The interrelation between key parameters of the device for threshing grain sorghum on a root and speed of a particle of lots after impact with a comb is established.