

2. Мухин В.М. Обоснование параметров и разработка комплекта навесного оборудования для уборки навоза из кошар: автореф. дисс. канд. техн. наук. – Ленинград-Пушкин, 1990. – 28 с.

3. Нуртаев Ш.Н., Осерова Б.Б., Шметова А.К. Формирование технической безопасной и эколого-экономической эффективной системы использования навоза // Материалы Междун. научно-практ. конф. – Астана, 2016. – С.302-309.

УДК 631.348.45

К ОБОСНОВАНИЮ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛАСТА ПО ПОВЕРХНОСТЯМ КОРПУСА ОБОРОТНОГО ПЛУГА

Ю.В. Чигарев^{1,2}, д.ф.-м.н., профессор, И.С. Крук¹, к.т.н., доцент,
Ф.И. Назаров¹, Ж.И. Пантелева¹

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

²Западнопоморский технологический университет,
г. Щецин, Республика Польша

Введение

В настоящее время для обеспечения требуемого качества основной обработки почвы в пахотных агрегатах широко используются дополнительные устройства для поверхностной обработки почвенных пластов [1]. Для обоснования параметров их установки необходимо знать закономерности движения почвенного пласта по поверхностям корпусов плуга и схода с них.

Основная часть

Для изучения закономерностей оборачивания и отбрасывания почвенного пласта корпусом плуга примем следующие допущения: скорость агрегата со временем не меняется, поверхность отвала имеет постоянный радиус кривизны $R_{отв}$.

Почвенный пласт подрезается лемехом корпуса и движется по поверхности отвала (рисунок 1). Данное движение рассматривается как относительное (система отсчета связана с отвалом). При подре-

зании слоя почвы величина относительной скорости принимается равной величине скорости агрегата: $v_{п_0} = v_{агр}$.

Слой почвы начинает двигаться по рабочей поверхности корпуса со скоростью $v_{агр} \sin \alpha_{л}$ ($\alpha_{л}$ – угол наклона кромки лемеха к направлению движения агрегата (плуга)), а движение вдоль отвала осуществляется со скоростью $v_{агр} \cos \alpha_{л}$.

Рассмотрим движение частицы почвы массой $m_{п}$ (кг) по поверхности отвала (линия AB). В верхней точке B отвала (рисунок 1) на частицу действуют сила тяжести, центробежная сила инерции, сила реакции отвала и сила трения. Сила тяжести

$$G_{п} = m_{п}g,$$

где g – ускорение свободного падения, $\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$.

Данную силу разложим на две составляющие: $m_{п}g \sin \gamma_{отв}$ – направленную по касательной к поверхности отвала, и $m_{п}g \cos \gamma_{отв}$, направленную по нормали $n-n$ к указанной поверхности ($\gamma_{отв}$ – угол наклона касательной, проведенной к поверхности отвала в точке B , к горизонту, рад.).

Центробежная сила инерции $F_{пц}$

$$F_{пц} = \frac{m_{п}v_{п_0}^2 \sin^2 \gamma_{отв}}{R_{отв}},$$

где $R_{отв}$ – радиус кривизны поверхности отвала в рассматриваемом сечении (радиус окружности, по которой построена парабола отвала), м.

Сила реакции отвала N направлена по нормали.

Сила трения $F_{трп}$, направленная по касательной к поверхности отвала, определяется по формуле:

$$F_{трп} = f_{трп} N,$$

где $f_{трп}$ – коэффициент трения почвы о поверхность отвала.

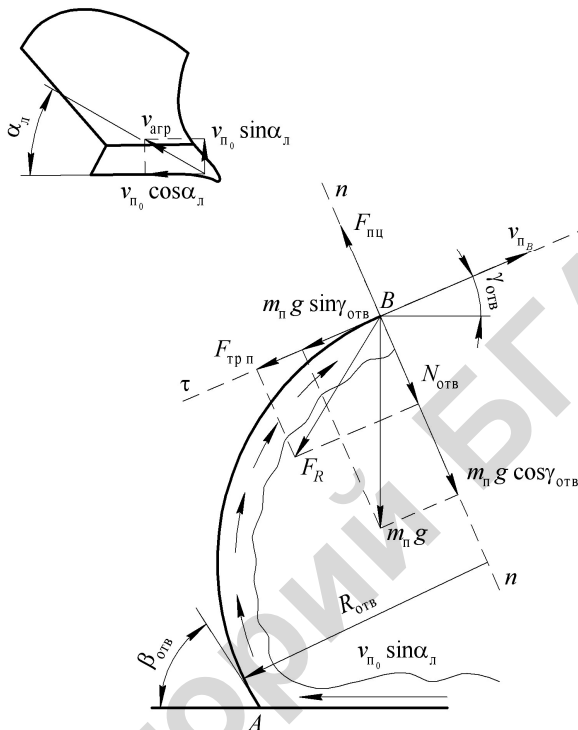


Рисунок 1 – Расчетная схема движения частицы почвы по отвалу корпуса плуга

Спроектировав указанные силы на нормаль и касательную к поверхности отвала, получим уравнения равновесия системы в следующем виде

$$\frac{m_{\text{п}} v_{\text{п}}^2 \sin^2 \gamma_{\text{отв}}}{R_{\text{отв}}} - m_{\text{п}} g \cos \gamma_{\text{отв}} - N = 0,$$

$$m_{\text{п}} a_{\text{п}} = F_{\text{трп}} + m_{\text{п}} g \sin \gamma_{\text{отв}}.$$

После ряда преобразований, получим

$$a_{\text{п}} = \frac{dv_{\text{п}}}{dt} = f_{\text{трп}} \frac{v_{\text{п}}^2 \sin^2 \gamma_{\text{отв}}}{R_{\text{отв}}} - f_{\text{трп}} g \cos \gamma_{\text{отв}} + g \sin \gamma_{\text{отв}},$$

ИЛИ

$$\frac{v_{\Pi} dv_{\Pi}}{f_{\text{ТР}_{\Pi}} \frac{v_{\Pi}^2 \sin^2 \gamma_{\text{ОТВ}}}{R_{\text{ОТВ}}} - f_{\text{ТР}_{\Pi}} g \cos \gamma_{\text{ОТВ}} + g \sin \gamma_{\text{ОТВ}}} = dx.$$

После преобразований, получим формулу для определения скорости вылета частицы почвы с края отвала корпуса плуга

$$v_B = v_{\text{КОН}} = k_{\text{ПЛ}} \left(e^{2f_{\text{ТР}_{\Pi}} \frac{\sin^2 \gamma_{\text{ОТВ}} \cdot l}{R_{\text{ОТВ}}}} \cdot \left(v_{0\Pi}^2 - \frac{R_{\text{ОТВ}} g \cos \gamma_{\text{ОТВ}}}{\sin^2 \gamma_{\text{ОТВ}}} + \frac{R_{\text{ОТВ}} g}{f_{\text{ТР}_{\Pi}} \sin \gamma_{\text{ОТВ}}} \right) + \frac{R_{\text{ОТВ}} g \cos \gamma_{\text{ОТВ}}}{\sin^2 \gamma_{\text{ОТВ}}} - \frac{R_{\text{ОТВ}} g}{f_{\text{ТР}_{\Pi}} \sin \gamma_{\text{ОТВ}}} \right)^{\frac{1}{2}},$$

где $k_{\text{ПЛ}}$ – коэффициент, учитывающий взаимодействие между частицами пласта (определяется экспериментальным путем).

Полученная зависимость позволяет определить конечную скорость движения частицы по отвалу корпуса плуга.

Заключение

В результате теоретических исследований получена зависимость для определения конечной скорости движения частицы почвы по отвалу корпуса плуга (начальная скорость схода частицы почвы с отвала корпуса плуга).

Литература

1. Повышение эффективности использования дополнительных устройств для поверхностной обработки почвенного пласта в пахотных агрегатах / И.С. Крук [и др.] // The 8th International Research and Development Conference of Central and Eastern European Institutes of Agricultural Engineering: сборник статей, Poznan, Puszczykowo, Poland, June 25–28, 2013. – С. 13–17.