

$$\begin{cases} \ddot{z}_1 + 2h_1\dot{z}_1 + \omega_{\kappa 1}^2 z_1 + \eta_1 \ddot{z}_2 = 2h_1 \dot{q}_1 + \omega_{\kappa 1}^2 q_1; \\ \ddot{z}_2 + 2h_2\dot{z}_2 + \omega_{\kappa 2}^2 z_2 + \eta_2 \ddot{z}_1 = 2h_2 \dot{q}_2 + \omega_{\kappa 2}^2 q_2, \end{cases}$$

$$\text{где } 2h_1 = \frac{2k_{\text{ш1}}}{m_1}; \quad 2h_2 = \frac{2k_{\text{ш2}}}{m_2}; \quad \omega_{\kappa 1}^2 = \frac{2c_{\text{ш1}}}{m_1}; \quad \omega_{\kappa 2}^2 = \frac{2c_{\text{ш2}}}{m_2}.$$

На основе разработанной ФММ транспортного переезда МСХА, состоящего из универсального энергетического средства УЭС 290/450, был сформирован алгоритм расчета отдельных характеристик плавности его хода, а также математическая модель, учитывающая распределение масс на передние и задние оси, их взаимное влияние друг на друга. Разработан алгоритм решения системы ДУ методами операционного исчисления.

Литература

1. Попов, В. Б. Расчет грузоподъемности подъемно-навесного устройства универсального энергетического средства третьего поколения / В. Б. Попов // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2012. – № 3. – С. 43–48.
2. Попов, В. Б. Аналитические выражения кинематических передаточных функций механизмов навески энергоносителей / В. Б. Попов // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2000. – № 2. – С. 25–29.
3. Попов, В. Б. Анализ навесных устройств универсального энергосредства «Полесье250» / В. Б. Попов // Тракторы и с.-х. машины. – 1990. – № 12. – С. 11–14.
4. Попов, В. Б. Математическое моделирование мобильного сельскохозяйственного агрегата в режиме транспортного переезда / В. Б. Попов // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2005. – № 3 – С. 13–18.
5. Попов, В. Б. Влияние параметров мобильного сельскохозяйственного агрегата на некоторые характеристики плавности его хода в режиме транспортного переезда / В. Б. Попов, С. Ф. Андреев // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2014. – № 1. – С. 39–44.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ СО СТОРОНЫ ПОЧВЫ ПРИ ЕЁ ПАХОТЕ ПЛУГОМ ПЯТИКОРПУСНЫМ НАВЕСНЫМ ПЛН-5-35

А. О. Найдин

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого» Республика Беларусь

Научный руководитель В. Б. Попов

Академик В. П. Горячкин для определения силы тяги плуга предложил формулу, раскрывающую закономерности и физическую связь между основными факторами рабочего процесса плуга и общим сопротивлением, возникающим при его работе. Эти зависимости записаны в рациональном виде, поэтому и формула получила название *рациональной*. Она имеет вид:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = fG + kab + \varepsilon rabv^2,$$

где f – коэффициент, аналогичный коэффициенту трения; G – сила тяжести плуга, Н; k – коэффициент удельного сопротивления, Па; ab – размеры сечения пласта, м; ε – безразмерный коэффициент, зависящий от формы отвала и свойств почвы; ρ – плотность почвы; v – скорость, м/с.

Первый член формулы P_1 – неизбежное, всегда сопутствующее работе плуга «мертвое» сопротивление. Оно учитывает трение полевых досок и колес о почву, корпусов о дно борозды и т. д.

Член P_2 учитывает деформацию пласта в пределах применяемых скоростей. Третий член P_3 представляет сопротивление, возникающее при сообщении «живой силы», т. е. кинетической энергии пласту почвы. В течение каждой секунды через отвал проходит объем почвы, равный abc , что при плотности ρ соответствует секундной массе ρabc .

Скорость v частицы, отбрасываемой почвы пропорциональна скорости плуга:

$$v' = \varepsilon v.$$

Следовательно:

$$P_3 = \varepsilon \rho abv^2.$$

Формула В. П. Горячкина находится в полном соответствии с понятием силы:

$$P = \frac{d(mv)}{dt} = m \frac{dv}{dt} + v \frac{dm}{dt}.$$

В этом выражении первый член определяет затрату усилия на сообщение постоянной массе m некоторого ускорения $\frac{dv}{dt}$, а второй – затраты усилия на сообщение постоянной скорости v некоторому количеству массы, поступающей на отвал в единицу времени $\frac{dm}{dt}$.

Принимая во внимание, что секундная масса

$$m' = \frac{dm}{dt} = \rho abv,$$

будем иметь

$$v = \frac{dm}{dt} = \rho abv^2.$$

Следовательно:

$$P = m \frac{dm}{dt} + \rho abv^2,$$

что соответствует записи формулы Горячкина в двучленном виде:

$$P = (fG + kab) + \rho \varepsilon abv^2.$$

При этом КПД плуга

$$\eta_{\text{пл}} = \frac{P - P_1}{P} = 1 - \frac{fG}{P},$$

или

$$\eta_{\text{пл}} = \frac{(k' + \varepsilon \rho v^2)ab}{fG + (k' + \varepsilon \rho v^2)ab}.$$

Подсчитанный по этой формуле КПД будет несколько завышен, так как не учитывает сопротивления полевых досок корпусов и затупления лезвий лемехов. Среднее значение $\eta_{\text{пл}}$ с учетом указанных факторов колеблется в пределах от 0,7 до 0,8.

Расчет силы тяги по формуле Горячкина для плуга пятикорпусного навесного ПЛН 5-35 представлен ниже:

$$f = \frac{P_1}{G}, \quad P = fG + (kab + \varepsilon abv^2), \quad P = 19770 \text{ Н};$$

$$k = \frac{ql - mr}{nl - m^2}, \quad \eta_{\text{пл}} = \frac{(kab + \varepsilon abv^2)}{fG + (kab + \varepsilon abv^2)}, \quad \eta_{\text{пл}} = 0,704;$$

$$\varepsilon = \frac{nr - qm}{nl - m^2}, \quad v = 1,5, \quad P_{\text{ст}} = Pv, \quad P_{\text{ст}} = 29950 \text{ Н} = 29,95 \text{ кН}.$$

Литература

1. Теоретические основы земледельческой механики по В. П. Горячкину.
2. Руководство по эксплуатации плуга пятикорпусного ПЛН 5-35.
3. Руководство по эксплуатации МТЗ 1523.
4. Попов, В. Б. Влияние параметров механизма навески и плуга на тягово-энергетические показатели пахотного агрегата / В. Б. Попов // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого – 2013. – № 4. – С. 59–64.