

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ



ЗБІРНИК ТЕЗ

*IV Всеукраїнської науково-практичної
конференції «Перспективи і тенденції розвитку
конструкцій та технічного сервісу
сільськогосподарських машин і знарядь»*

28-29 березня 2018 року

м. Житомир

2. Летошнев, М.Н. Сельскохозяйственные машины. Теория, расчет, проектирование и испытание / М.Н. Летошнев. – М. : Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1955. – 764 с.

3 Синеоков, Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков, И.М. Панов. – М. : Машиностроение, 1977. – 328 с.

116. И.С. Крук, к.т.н., доцент, Ю.С. Биза, Белорусский государственный аграрный технический университет, С.Н. Герук, к.т.н., доцент, Житомирский агротехнический колледж

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ АМОРТИЗАТОРОВ В СИСТЕМЕ СТАБИЛИЗАЦИИ ШТАНГИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕЕ ЗАТУХАЮЩИХ КОЛЕБАНИЙ

Разнообразие конструкций и размеров штанг требует обоснованного подхода к разработке систем их стабилизации, основанного на рациональном использовании характеристик и параметров установки амортизаторов. Рассмотрим эффективность гашения колебаний штанги парой амортизаторов, установленных под углом α к горизонтальной плоскости (рисунок 1).

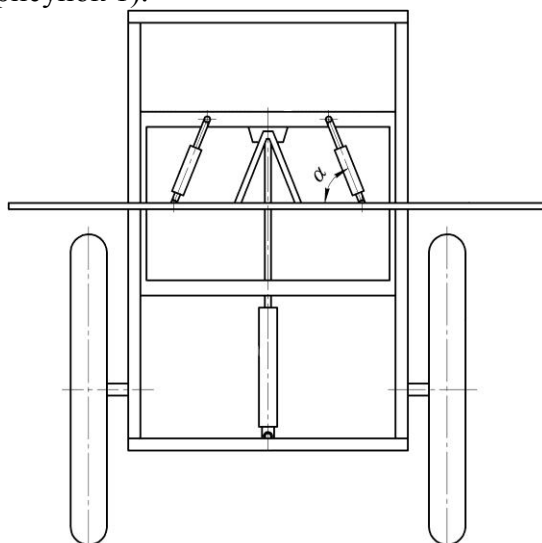


Рисунок 1. – Схема к расчету амортизаторов системы стабилизации штанги

Эффективность работы предложенной системы стабилизации определяется коэффициентом сопротивления амортизаторов и углом α их установки к горизонтальной плоскости. Рассмотрим процесс колебания системы в вертикальной плоскости и их гашения амортизаторами.

Движение штанги относительно опоры штанги на подвижной рамке может быть описано уравнением Лагранжа второго рода [1–3]

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial E_k}{\partial \dot{q}} \right) - \frac{\partial E_k}{\partial q} = Q, \quad (1)$$

где t – время; q – обобщенная координата; \dot{q} – обобщенная скорость (для поступательного движения системы в направляющих $\dot{q}_2 = \dot{z} = v = v_c$); Q_{Π} – обобщенная сила; E_k – кинетическая энергия системы

$$E_k = \frac{1}{2} a \dot{q}^2, \quad (2)$$

где a – инерционный коэффициент системы.

Принимая за обобщенную координату угол поворота штанги $q = \varphi$, уравнение (1) примет вид

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial E_k}{\partial \dot{\varphi}} \right) - \frac{\partial E_k}{\partial \varphi} = Q_d,$$

где Q_d – обобщенная диссипативная сила сопротивления амортизаторов

$$Q_d = -\mu \dot{\varphi}, \quad (3)$$

где μ – коэффициент сопротивления амортизаторов.

Потенциальная энергия системы состоит только из потенциальной энергии полей сил тяжести ($E_{\Pi}^T = Pz_c = 0$, так как $z_c = z_0 = 0$).

С учетом зависимостей (2) и (3) уравнение (1) примет вид

$$a\ddot{\varphi} = -\mu\dot{\varphi}, \quad \text{или} \quad a \frac{d^2\varphi}{dt^2} = -\mu \frac{d\varphi}{dt}. \quad (4)$$

Понижая порядок дифференциального уравнения, зависимость (4) представим в виде

$$\frac{d\omega}{dt} = -\frac{\mu}{a}\omega. \quad (5)$$

Разделяя переменные и интегрируя зависимость (5), получим

$$\int_0^{\omega} \frac{d\omega}{\omega} = -b \int_0^t dt, \quad \text{или} \quad \ln \omega = -bt + C_1, \quad (6)$$

где $b = \frac{\mu}{a}$; C_1 – постоянная интегрирования.

Постоянная интегрирования может быть найдена по начальным условиям. При $t = 0$ зависимость (6) примет вид

$$C_1 = \ln \omega_0.$$

Таким образом

$$\ln \omega = -bt + \ln \omega_0, \quad \text{или} \quad \ln \frac{\omega}{\omega_0} = -bt. \quad (7)$$

Потенцируя полученное выражение, имеем

$$\omega = \omega_0 e^{-bt} = \omega_0 e^{-\frac{\mu}{a}t}, \quad \text{или} \quad \frac{d\varphi}{dt} = \omega_0 e^{-bt} = \omega_0 e^{-\frac{\mu}{a}t}. \quad (8)$$

Разделяя переменные и интегрируя зависимость (8), получим

$$\int_0^{\varphi} d\varphi = \omega_0 \int_0^t e^{-bt} dt, \quad \text{или} \quad \varphi = -\frac{\omega_0}{b} e^{-bt} + C_2, \quad (9)$$

где C_2 – постоянная интегрирования.

Принимая, что после воздействия штанга получит начальное отклонение на угол φ_0 , по начальным условиям при $t = 0$ из уравнения (9), получим

$$C_2 = \varphi_0 + \frac{\omega_0}{b}.$$

В конечной форме выражение (9) запишется как

$$\varphi = \varphi_0 + \frac{\omega_0}{b} (1 - e^{-bt}) = \varphi_0 + \frac{\omega_0}{b} \left(1 - e^{-\frac{\mu}{a}t} \right). \quad (10)$$

На основании полученной зависимости можно построить следующие графические зависимости (рисунок 2).

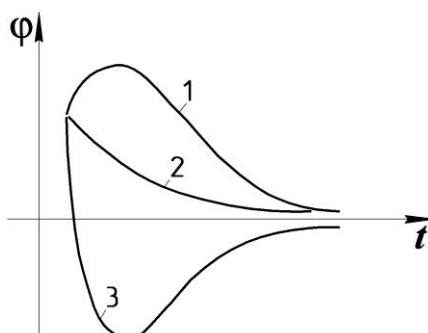


Рисунок 2. – Графическое решение зависимости 10
1 – $\dot{\varphi}_0 > 0$; 2 – $\dot{\varphi}_0 < 0$ ($\dot{\varphi}_0$ мало); 3 – $\dot{\varphi}_0 < 0$ ($\dot{\varphi}_0$ большое)

Заключение

В конструкциях систем стабилизации штанги используются различные демпфирующие элементы, наибольшее из которых – амортизаторы. Рациональное сочетание их характеристик и параметров установки позволяет обеспечить эффективность процесса гашения колебаний в вертикальной плоскости.

В результате проведенных исследований получены зависимости, позволяющие описать процесс затухающих колебаний штанги в зависимости от коэффициента сопротивления амортизаторов и угла их установки относительно горизонтальной плоскости.

Полученные результаты могут использоваться на стадии проектирования штанговых сельскохозяйственных опрыскивателей.

Литература

1. Тарг С.М. Курс теоретической механики: Учеб. для вузов. – М.: Высш. шк., 1986. – 416 с.
2. Пановко Я.Г. Введение в теорию механических колебаний. Учебное пособие. – М.: Наука, 1980. – 272 с.
3. Чигарев, А.В. Теоретическая механика. Решение задач : учеб. пособие / А.В. Чигарев, Ю.В. Чигарев, И.С. Крук. – Минск : ИВЦ Минфина, 2016. – 478 с.

117. О.В. Гордеенко, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Т.П. Кот, Белорусский национальный технический университет, И.С. Крук, к.т.н., доцент, Белорусский государственный аграрный технический университет, С.Н. Герук, к.т.н., доцент, Житомирский агротехнический колледж

ВОЗМОЖНОСТЬ ОБЪЕМНОЙ ОБРАБОТКИ РАСТЕНИЙ ПРИ ЛЕНТОЧНОМ ВНЕСЕНИИ РАБОЧИХ РАСТВОРОВ ПЕСТИЦИДОВ

Некоторые исследователи считают, что ленточное внесение гербицидов в сочетании с междурядной культивацией не всегда экономически целесообразно в сравнении со сплошным внесением, обосновывая это возможностью работы опрыскивателя со скоростью более 20 км/ч. Однако на практике осуществить работу опрыскивателя со скоростью более 20 км/ч без специальных защитных устройств не представляется возможным [1], из-за ограничений – выноса за пределы зоны обработки и испарения капель препарата. Официальные рекомендации производителей распылителей относительно скорости движения опрыскивателя довольно жесткие: для щелевых распылителей – до 5...6 км/ч, инжекторных – 9...10 км/ч [2]. И это неслучайно. Ведь при скорости ветра более 4–5 м/с опрыскивание запрещено, что эквивалентно скорости движения опрыскивателя 14,4–18,0 км/ч [1]. Ленточное внесение снижает опасность накопления в почве остаточного количества препаратов при интенсивном их использовании. Однако воздействие бокового ветра снижает эффективность ленточного внесения без специальных ветрозащитных устройств [1].