

увеличением диаметра плунжера операцией электромеханической высадки треугольного профиля и сглаживания образованной поверхности в нужный размер. Это достигается проведением чистового сглаживания на мягких режимах.

Для повышения герметичности прецизионного сопряжения нами предлагается электромеханическая обработка при которой возникает эффект «лабиринтного уплотнения», когда в ходе операции высадки формируется замкнутые кольцевые канавки. На рисунке 1 показаны основные этапы предлагаемой технологии.

В настоящее время проводятся испытания восстановленных плунжеров с целью поиска оптимальных режимов высадки и сглаживания на различных скоростях обработки и силы рабочего тока в контуре образованным инструментом и деталей. Намечены также испытания и поиск оптимальных шагов в замкнутых кольцевых канавок и величины высадки. По завершении предварительных испытаний и исследований намечено разработать подробную технологию восстановления гидрораспределителей.

Литература:

1. Аскинази Б.М. Упрочнение и восстановление деталей машин электромеханической обработкой. -3-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1989.-200 с.

УДК 631.331.022

ВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ ДЛЯ ПОСЕВА МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР СО СПИРАЛЬНО-ВИНТОВЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ SEEDING UNIT FOR THE SOWING OF SMALL-SEEDS CULTURES WITH SPIRAL-SCREWED WORKING BODY

Н.Н.Назарова, Ю.М. Исаев

N. N. Nazarova, J. M. Isaev

Ульяновская ГСХА

Ulyanovsk State Academy of Agriculture

One of problems of mechanisation of agriculture is perfection of working bodies of agricultural cars.

For sowing improvement of quality small-seeds cultures the spiral-screwed seeding unit is offered. The theoretical substantiation of the is constructive-technological scheme of the seeding unit is presented.

Совершенствование рабочих органов сельскохозяйственных машин является одной из актуальных задач механизации сельскохозяйственного производства. Конструкции высевальных аппаратов обеспечивают более или менее удовлетворительную равномерность подачи семян пшеницы, ячменя, овса и др., но

абсолютно не могут обеспечить равномерность струи для семян таких мелких культур, как просо, гречиха и др., что, безусловно, отражается на их урожайности. Этот недостаток заложен в конструктивном оформлении.

Нами был предложен и исследован высевающий аппарат со спирально-винтовым рабочим органом [2]. Экспериментально определены оптимальные параметры высевающего органа. Возникла необходимость теоретического описания процесса транспортировки семян винтовой пружиной от семенного ящика до семяпровода. Ранее такая попытка была сделана в работе Н. Б. Бока, Д. З. Есхожина и К. Байтлсова [1, 3], где движение зерна рассматривалось в кинестатике. Мы рассматриваем взаимодействие зерна с винтовой линией в динамике, составляя уравнение движения зерна вдоль витка (рис. 1).

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = F_1 - F_2 + G \cos \alpha \quad (1)$$

где F_1 – сила трения зерна вдоль витка пружины; F_2 – сила трения зерна об обойму; m – масса зерна; α – угол наклона винтовой линии; G – сила тяжести.

Силы трения определяются из следующих формул:

$$\begin{cases} F_1 = f N = F G \sin \alpha \\ F_2 = f m \omega^2 r \end{cases} \quad (2)$$

где f – коэффициент трения зерна по стали; N – реакция пружины на зерно; m – масса зерна; ω – частота вращения пружины; r – расстояние от оси вращения до центра массы зерна.

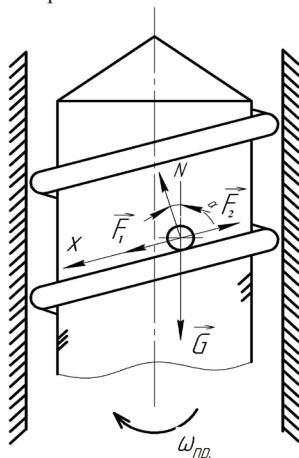


Рис. 1. – Схема действия сил на зерно, находящееся на подвижной винтовой пружине.

С учетом значений F_1 и F_2 выражение (1) примет вид:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = F g \sin \alpha - f \omega^2 r + g \cos \alpha$$

Очевидно, скорость движения зерна вдоль винтовой линии будет:

$$v = \int_0^t (f g \sin \alpha - f \omega^2 r + g \cos \alpha) dt$$

После интегрирования, с учетом начальных условий (при $t = 0$), окончательно получим:

$$v = (f g \sin \alpha - f \omega^2 r + g \cos \alpha)t + v_0 \quad (3)$$

где t – время; v_0 , v – скорости зерна вдоль винтовой линии соответственно в начальный и текущий моменты времени.

Закон движения зерна можно определить, проинтегрировав уравнение (3):

$$x = \int_0^t [(f g \sin \alpha - f \omega^2 r + g \cos \alpha)t + v_0] dt \quad (4)$$

И с учетом начальных условий (при $t = 0$, $x = 0$) после интегрирования получим:

$$x = v_0 t + A t^2 / 2, \quad (5)$$

где

$$\begin{aligned} A &= f g \sin \alpha - f \omega^2 r + g \cos \alpha = \\ &= g \cos \alpha \left[(1 + f \operatorname{tg} \alpha) - \frac{f \omega^2 r}{g \cos \alpha} \right] \end{aligned}$$

Длина развернутой винтовой линии равна:

$$l = v_0 t + A \frac{t^2}{2}$$

С учетом значения A имеем:

(6)

$$l = v_0 t + \frac{t^2}{2} g \cos \alpha \left[(1 + f \operatorname{tg} \alpha) - \frac{f \omega^2 r}{g \cos \alpha} \right]$$

Откуда найдем значение коэффициента кинематического режима винтового валика,

$$K = \frac{\omega^2 r}{g}$$

который показывает отношение центростремительного ускорения к ускорению силы тяжести и характеризует режим движения винтового валика.

$$K = \frac{\omega^2 r}{g} = \frac{2}{f g t^2} \left[v_0 t + \frac{g t^2}{2} \cos \alpha (1 + f \operatorname{tg} \alpha) - l \right]$$

(7)

Далее из формулы (7) найдем значение средней угловой скорости зерна при его продвижении вдоль винтовой линии:

$$\omega = \sqrt{\frac{2}{f r t^2} \left[v_0 t + \frac{g t^2}{2} \cos \alpha (1 + f \operatorname{tg} \alpha) - l \right]}$$

(8)

Выражение (8) дает значение средней угловой скорости зерна при его продвижении вдоль винтовой линии, она зависит от углов трения и наклона винтовой линии. Отсюда видно, что угловая скорость ω , участвовавшая в выражении (8), не что иное, как угловая скорость зерна при его относительном движении, которая, конечно, отличается от угловой скорости самой винтовой линии.

При этом не учтено ускоренное движение зерна по винтовой линии. Однако, как показали опыты, расчет по формулам (4), (6) и (8) дает удовлетворительные для практики результаты. Для этого нужно задаться длиной винтовой линии и начальной скоростью зерна.

Очевидно, зерно фактически совершает равноускоренное движение.

Рассмотрим эту задачу, используя теорему об изменении главного момента количества движения системы винт–зерно относительно вертикальной оси (см. рис.2.1):

$$\frac{dL_z}{dt} = \sum_{k=1}^n m_z (F_k^e) \quad (9)$$

где L_z – главный момент количества движения системы винт–зерно;

$$\sum_{k=1}^n m_z (F_k^e) - \text{сумма моментов внешних сил.}$$

Кинетический момент вращающегося винтового валика равен:

$$L_z^e = I_z \omega_e = \frac{Mr^2 \omega_e}{2}$$

где I_z – момент инерции винтового валика; M – масса винтового валика; ω_e – угловая скорость валика.

Чтобы определить кинетический момент зерна, нужно знать горизонтальную составляющую его абсолютной скорости v'_z . Очевидно, переносная скорость зерна v_α (скорость во вращательном движении вокруг вертикальной оси) равна ωr и направлена перпендикулярно к вертикальной оси по касательной к винтовой поверхности.

Скорость зерна в относительном движении v направлена по касательной к винтовой линии (в рассматриваемой точке). Тогда горизонтальная составляющая относительной скорости равна:

$$v \sin \alpha = \omega r \sin \alpha .$$

При этом

$$v'_z = \omega r \sin \alpha + \omega r .$$

Если обозначить соотношение угловых скоростей при относительном и переносном движениях через ε , т. е.

$$\varepsilon = \frac{\omega}{\omega_e}$$

(10)

то горизонтальная составляющая абсолютной скорости зерна примет вид:

$$v'_z = \omega_e r (1 + \varepsilon \sin \alpha) \quad (11)$$

При этом главный момент количества движения рассматриваемой системы:

$$L_z = \frac{M}{2} r^2 \omega_o + m r^2 \omega_o (1 + \varepsilon \sin \alpha) \quad (12)$$

и его изменение выразится:

$$\frac{dL_z}{dt} = \left(\frac{M}{2} + m (1 + \varepsilon \sin \alpha) \right) r^2 d\omega_o \quad (13)$$

Составим сумму моментов внешних сил относительно вертикальной оси:

$$\sum_{i=1}^n m_i (F_i^e) = mgr \sin \alpha (f \sin \alpha + \cos \alpha) - fm\varepsilon^2 \omega_o^2 r^2 \cos \alpha \quad (14)$$

С учетом уравнений (13) и (14) исходное уравнение (9) принимает вид:

$$\left(\frac{M}{2} + m (1 + \varepsilon \sin \alpha) \right) r^2 \frac{d\omega_o}{dt} = mgr \sin \alpha (f \sin \alpha + \cos \alpha) - fm\varepsilon^2 \omega_o^2 r^2 \cos \alpha \quad (15)$$

Откуда

$$\frac{d\omega_o}{dt} = \frac{mgr \sin \alpha (f \sin \alpha + \cos \alpha) - fm\varepsilon^2 \omega_o^2 r^2 \cos \alpha}{\left(\frac{M}{2} + m (1 + \varepsilon \sin \alpha) \right) r^2} \quad (16)$$

Этому уравнению удобнее придать более простой вид:

$$B d\omega_o + C \omega_o^2 - D = 0 \quad (17)$$

где

$$B = \left(\frac{M}{2} + m (1 + \varepsilon \sin \alpha) \right) r^2;$$

$$C = fm\varepsilon^2\omega_r^2 r^2 \cos \alpha;$$

$$D = mgr \sin \alpha (f \sin \alpha + \cos \alpha)$$

Это и есть дифференциальное уравнение движения зерна по винтовой линии. Если считать вращательное движение винтового валика равномерным, т. е. $\omega_r = \text{const}$, то

$$\frac{d\omega_r}{dt} = 0$$

Следовательно, уравнение (16) будет иметь вид:

$$mgr \sin \alpha (f \sin \alpha + \cos \alpha) = fm\varepsilon^2\omega_r^2 r^2 \cos \alpha \quad (18)$$

откуда

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{g(f \sin \alpha + \cos \alpha)}{f\omega_r^2 r \operatorname{ctg} \alpha}} \quad (19)$$

С учетом уравнения (19) угловая скорость зерна при относительном движении принимает вид:

$$\omega = \sqrt{\frac{2}{frt^2} \left[v_0 t + \frac{f\varepsilon^2\omega_r^2 r t^2}{2 \operatorname{tg} \alpha} - l \right]} \quad (20)$$

Из выражения (19) видно, что соотношение угловых скоростей относительного и переносного движения обратно пропорционально частоте вращения. Следовательно, с увеличением угловой скорости винтового валика зерно ускоряет свое движение и как бы догоняет винтовую линию.

Полученные зависимости были использованы при проектировании и изготовлении высевающего аппарата со спирально-винтовым рабочим органом.

Литература:

1. Бок Н.Б., Есхожин Д. З., Байтлесов К. Обоснование некоторых параме-

тров винтовых высевających аппаратов. – Труды ЦСХИ т. 8, вып. 8, 1971.

2. Высевающий аппарат. Патент № 91797. – Опубл. 10.03.2010, бюл. 7.

3. Есхожин Д. З., Адулов М. А. Некоторые результаты экспериментального исследования пружинного высевающего аппарата. – Труды ЦСХИ, т. 32, 1980.

УДК 631.00

АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АГРЕГАТОВ ДЛЯ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ANALYSIS OF ENERGY CHARACTERISTICS OF MAIN CULTIVATION AGGREGATES

А.В. Павлушин, В.А. Богатов

A.V. Pavlushin, V.A. Bogatov

Ульяновская ГСХА

Ulyanovsk state academy of Agriculture

The article touches upon energy effectiveness of general use ploughs in comparison to new machines, their comparative evaluation is also given

Объектом исследования являлся образец комбинированного почвообрабатывающего рабочего органа для основной послойной обработки почвы, изготовленного в соответствии с патентом на изобретение №2297745 [1], на базе плугов общего назначения (ПЛН-3-35 и ПЛН-4-35).

Полевые исследования комбинированного почвообрабатывающего рабочего органа, являются основным методом проверки выполненных теоретических [2] и лабораторных исследований, проводились на отвальной обработке почвы на полях опытного поля Ульяновской ГСХА.

Энергетическую оценку, исследуемых машин проводили в соответствии с требованиями, изложенными в ОСТах [3,4], с целью определения расхода дизельного топлива в сравнении с плугами ПЛН-3-35 и ПЛН-4-35 со стандартными и экспериментальными рабочими органами. Объем израсходованного топлива контролировали при помощи расходомера топлива объемного типа, который позволял осуществлять подачу топлива из основного бака трактора во время его холостых переездов, или из мерного цилиндра – при замере расхода топлива при установившемся режиме движения пахотного агрегата. Замеры проводили в 16-ти кратной повторности, чем достигалась надежность опыта.

Для определения создаваемых почвообрабатывающими машинами усилий использовалась регистрирующая аппаратура, состоящая из рабочего РТТК-АФИ, аккумуляторной батареи 6СТ-90, все размещалось на тракторе исследуемого агрегата.

Средний расход дизельного топлива (рисунок 1) на вспашке трех корпусным плугом с серийными корпусами при скорости движения 1,4...1,8 м/с со-