

Харьковский институт механизации и электрификации
сельского хозяйства

На правах рукописи

КРАСОВИЦКИЙ Юрий Игоревич

УДК 631.362

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВИБРОСЕПАРАЦИИ
СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С УЧЕТОМ ИХ ФОРМЫ И
РАЗМЕРОВ НА НЕПЕРФОРИРОВАННЫХ ПРОСТРАНСТВЕННО
ОРИЕНТИРОВАННЫХ ФРИКЦИОННЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ

Специальность 05.20.01 - Механизация
сельскохозяйственного производства

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Харьков - 1992

631.111

ЛННБ України ім. В. Стефаника
00816157 (S)

Работа выполнена в Харьковском институте механизации и электрификации сельского хозяйства

Научный руководитель: Заслуженный деятель науки Украинской ССР,
доктор технических наук, академик УАН,
П. М. Заика

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Б. П. Шабельник
кандидат технических наук, доцент
В. Ф. Пащенко

Ведущая организация - Украинский научно-исследовательский институт сельскохозяйственного машиностроения, Харьков

Защита состоится "22" октября 1992 г. в 10 час. на заседании специализированного совета К 120.38.01 по присуждению ученой степени кандидата технических наук при Харьковском институте механизации и электрификации сельского хозяйства по адресу: 310078, г. Харьков, 78, ул. Артема, 44.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью, просим направлять ученому секретарю специализированного совета по адресу: 310078, 78, ул. Артема, 44, ХИМЭСХ

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан "21" сентября 1992 г.

Ученый секретарь
специализированного совета

Л. С. Ермолов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Для роста урожайности сельскохозяйственных культур, помимо целого ряда важных агротехнических мероприятий, требуется подготовка высококачественного посевного материала. Она включает в себя сушку, предварительную очистку и сортирование, а также хранение семян до посева. Сортирование позволяет высевать биологически наиболее полноценные семена и тем самым повышать их полевую всхожесть, достигая их устойчивости к сложным неблагоприятным климатическим условиям и в конечном итоге, повышать урожайность.

На этапе окончательной очистки семян применяют разнообразные способы сепарации с использованием различных специальных семеочистительных машин. Однако, в ряде случаев, полностью выделить семена трудноотделимых сорняков не удастся. Многократные же пропуски семенной смеси через рабочие органы воздушно-решетно-триерных машин приводят к значительным потерям семян в отходы, к увеличению травмированных семян и, как следствие, к снижению качества.

Таким образом, вопросы изыскания и исследования новых рабочих органов семеочистительных машин актуальны и имеют важное народно-хозяйственное значение.

К новым высокоэффективным средствам очистки и сортирования следует отнести наряду с некоторыми другими, вибрационные семеочистительные машины с неперфорированными фрикционными поверхностями на которых разделяют семенные смеси по комплексу физико-механических свойств: форме, шероховатости, упругости при ударе.

Тема данной работы является логическим развитием прове-

денных в ХИМЭСХ теоретических и экспериментальных исследований по данной проблеме и связанные с исследованием пространственного вибрационного перемещения семян некоторых сельскохозяйственных культур.

Цель работы. Повышение эффективности сепарации семян сельскохозяйственных культур путем обоснования параметров технологического процесса обработки их на вибрационной семеочистительной машине.

Объект исследований. Экспериментальная лабораторная установка и опытно-промышленная вибрационная семеочистительная машина. Семенные смеси проса Харьковское 57, прошедшие обработку на существующих машинах, но не соответствующие требуемому ГОСТом качеству.

Общая методика исследований. Теоретические исследования движения семян по рабочим органам вибрационных семеочистительных машин проводились на основе законов аналитической механики, в частности, методов исследования динамики твердого тела. Решение полученных дифференциальных уравнений пространственного вибрационного перемещения исследуемых частиц выполнено численно на ЭВМ. Оптимальные конструктивные и кинематические параметры работы семеочистительной машины обоснованы методом многофакторного эксперимента. Экспериментальные исследования, в основном, выполнены по общепринятым методикам.

Научная новизна. Разработана математическая модель, описывающая пространственное безотрывное вибрационное перемещение твердых тел правильной геометрической формы (шар со смещенным центром масс и трехосный эллипсоид). Разработан алгоритм и создана прикладная программа на ЭВМ для моделирования безотрывного пространственного виброперемещения и расчета его основных характеристик.

Определены некоторые новые закономерности безотрывного вибрационного перемещения твердых тел округлой формы.

Получены новые сведения по некоторым физико-механическим характеристикам семян проса. Обоснована возможность сортирования семян проса на неперфорированных фрикционных поверхностях вибрационных семеочистительных машин. Определены оптимальные значения параметров технологического процесса очистки семян проса. Изучено влияние засоренности семенной смеси на процесс очистки.

Практическая ценность. Производственными испытаниями установлено, что на вибрационной семеочистительной машине за один пропуск при настройке на оптимальный режим очистки можно получать семена проса, соответствующие 1-ому классу. При этом, за счет отбора в отходы травмированных и неполноценных семян, качественные показатели целевых фракций повышаются.

Реализация результатов исследований. Вибрационная семеочистительная машина прошла производственные испытания в течение 1990 и 1991 годов в колхозе "Перемога" (Богодуховский р-н, Харьковская область), совхозе им. Латинских стрелков (Цирупинский р-н, Херсонская область), совхозе "Донецкий" (Шебекинский р-н, Белгородская область). Машина применялась для очистки семян проса от трудноотделимых семян некоторых сорных растений. Фактический общий экономический эффект от внедрения разработок составил 31650 рублей (по ценам 1990-1991 г.г.).

Апробация работы. Материалы диссертации доложены, обсуждены и получили положительную оценку: на научно-методических конференциях профессорско-преподавательского состава Харьковского института механизации и электрификации сельского хозяйства (ХИМЭСХ, Харьков, 1988-1991 годы), на Всесоюзной научно-технической конференции "Научно-технический прогресс в аг-

ропромышленном комплексе" (г. Киев, 1988 г.), на Всесоюзной научно-технической конференции по современным проблемам земледельческой механики (г. Мелитополь, 1988 г.), на Всесоюзной научно-технической конференции "Пути повышения уровня эксплуатационной технологичности машин в новых условиях развития агропромышленного комплекса" (г. Харьков, 1991 г.).

Публикации результатов исследований. По материалам диссертационной работы опубликовано 3 научных статьи.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти разделов, выводов, списка использованной литературы и приложений. Она изложена на 175 страницах, содержит 116 страниц машинописного текста, 71 рисунок, и 11 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, приведены выносы на защиту положения.

В первом разделе дан анализ способов и средств очистки и сортирования семян сельскохозяйственных культур. Установлено, что используемые традиционные средства очистки не обеспечивают в полной мере необходимого качества посевного материала. Это приводит к необходимости изыскания новых рабочих органов самоочистительных машин, позволяющих выделять семена культурных растений от трудноотделимых семян сорных растений и примесей.

Проведен также обзор работ, связанных с вибрационным перемещением частиц по перфорированным шероховатым поверхностям.

Приоритет в решении важнейших задач теории вибрационного перемещения принадлежит советским ученым: И.И.Блехману,

Г.Ю.Джанелидзе, П.М.Василенко, Г.Д.Терскову, А.А.Крикову, А.А.Кобринскому и А.Е.Кобринскому, В.В.Гортинскому, Э.Э.Лавенделу, Р.Ф.Нагееву, П.М.Зайке, Д.А.Плиссу и другим авторам работ. Вопросами вибрационного перемещения занимались и иностранные исследователи, а именно: С.Бехтер, В.Г.Зейдель, Клокхауз, С.Стоева, Ш.Джандова, О.Телрик, Р.Днг.

Однако, в большинстве этих работ движение частиц обрабатываемого материала рассматривается в виде перемещения материальной точки с определенными упруго-фрикционными свойствами. Но при изучении движения семян сельскохозяйственных культур по рабочим органам вибрационных семеочистительных машин в последнее время возникли иные подходы, связанные с учетом формы и размеров семян. Этому вопросу посвящены работы П.М.Зайки, В.Я.Ильина, В.А.Манчинского, А.И.Завгороднего, С.Д.Бакеева, П.М.Видицкого и других. В данных работах рассмотрено вибрационное перемещение семян, как плоскопараллельное движение твердых тел с учетом размеров и формы. При этом поперечные сечения семян, совпадающие с плоскостью колебаний, аппроксимировались фигурами правильной геометрической формы: квадратом, треугольником, многоугольником, кругом, оживалом, эллипсом.

При дальнейших исследованиях процессов виброперемещения частиц, в частности, частиц, имеющих округлую форму, было установлено, что в ряде случаев расчетные и экспериментальные значения параметров процесса движения существенно различаются. Кроме того пространственное перемещение частиц по рабочим органам вибрационных семеочистительных машин не исследовалось.

В соответствии с целью исследований в работе поставлены следующие задачи:

- разработать методику и изучить некоторые новые физико-механические свойства, характерные для округлых семян, в част-

ности получить величину смещения центра масс семян проса относительно их геометрического центра;

- теоретически и экспериментально исследовать влияние формы семян и их геометрических соотношений на траекторию и скорость вибрационного перемещения семян;

- создать математическую модель пространственного вибрационного перемещения семян, аппроксимированных в форме шара со смещенным центром масс и эллипсоида;

- получить детальные (истинные) и усредненные траектории, а также средние скорости вибрационного перемещения шара со смещенным центром масс и эллипсоида по шероховатой неперфорированной поверхности с продольно-поперечным наклоном к горизонту;

- исследовать влияние кинематических и установочных параметров вибрационной семеочистительной машины на характер вибрационного перемещения частиц с учетом размеров и формы по рабочей поверхности, совершающей прямолинейные колебания не в плоскости наибольшего ската;

- исследовать характер вибрационного перемещения шара со смещенным центром масс и определить области существования его устойчивого движения;

- исследовать влияние конструктивных и установочных параметров вибрационной семеочистительной машины на качество технологического процесса очистки и сортирования семян проса и провести оптимизацию этих параметров;

- произвести производственную проверку вибрационной семеочистительной машины на очистке и сортировании семян проса от трудноотделимых сорняков и примесей.

Во втором разделе изучены физико-механические свойства семян проса и их засорителей. Изучена форма семян проса. Было

выяснено, что данные семена аппроксимируются телами правильной геометрической формы: шаром, трехосным эллипсоидом и эллипсоидом вращения. При этом, в случае аппроксимации семян шаром учитывалось, что центр масс семени не совпадает с геометрическим центром. В соответствии с этим была определена величина смещения центра масс семян проса. Был введен параметр e , определяемый как отношение эксцентриситета центра масс шара к его радиусу. На рис. 1 представлена вариационная кривая распределения параметра e семян проса.

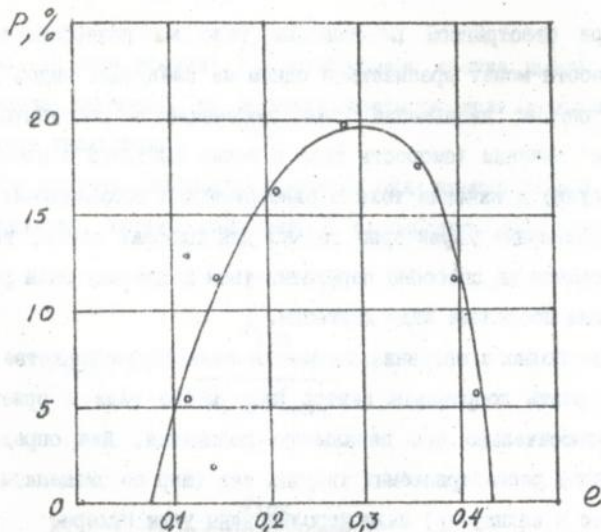


рис. 1. Распределение параметра e семян проса

Исследованы и определены значения предельных углов подъема семян проса и засорителей. Кроме этого, определены коэффициенты трения покоя и коэффициенты трения движения.

Проведенные исследования показали, что наиболее эффективную очистку семян проса от трудноотделимых семян щетинника сизарго возможно получить на рабочих органах вибрационных семе-

очистительных машин, очищающих семена по признаку делимости - предельному углу подъема семян по наклонной неперфорированной фрикционной плоскости, учитывающему комплекс физико-механических свойств компонентов смеси: фрикционные, упругие свойства и форму.

В третьем разделе рассмотрены вопросы, связанные с исследованием безотрывного вибрационного перемещения твердых тел, аппроксимированных шаром со смещенным центром масс и эллипсоидом.

При безотрывном перемещении тело на неперфорированной поверхности может пребывать в одном из следующих видов движения: "чистом" скольжении (тело перемещается поступательно), "чистом" качении (скорость тела в точке контакта с плоскостью равна нулю) и качении тела с одновременным скольжением. "Чистое" скольжение характерно только для плоских семян, так как такие семена не способны перекатываться и поэтому были рассмотрены два последние вида движения.

Для полного описания положения тела в пространстве необходимо знать координаты центра масс этого тела и ориентацию тела относительно его начального положения. Для определения ориентации рассматриваемых твердых тел (шар со смещенным центром масс и эллипсоид) были использованы углы Эйлера.

Используя законы аналитической механики, можно получить систему дифференциальных уравнений, описывающих положение тела в пространстве.

В режиме "чистого" качения твердое тело обладает тремя степенями свободы (три угла Эйлера полностью определяют положение тела на плоскости). Получив зависимости для определения центра масс через углы Эйлера, составлена система из трех дифференциальных уравнений

$$\ddot{\psi} = f_1(\ddot{\theta}, \ddot{\varphi}, \dot{\psi}, \dot{\theta}, \dot{\varphi}, \psi, \theta, \varphi);$$

$$\ddot{\theta} = f_2(\ddot{\psi}, \ddot{\varphi}, \dot{\psi}, \dot{\theta}, \dot{\varphi}, \psi, \theta, \varphi);$$

$$\ddot{\varphi} = f_3(\ddot{\psi}, \ddot{\theta}, \dot{\psi}, \dot{\theta}, \dot{\varphi}, \psi, \theta, \varphi). \quad (1)$$

где ψ, θ, φ - углы Эйлера.

Если при движении тела по плоскости выполняется условие

$$F_{\text{тр}} > f_n N \quad (2)$$

где $F_{\text{тр}}$ - сила трения; f_n - коэффициент трения покоя; N - нормальное давление, то в точке контакта тела с плоскостью возникает скольжение.

При наличии скольжения проекции силы трения на оси системы координат, жестко связанные с плоскостью, записываются в виде

$$F_{\text{тр}x_1} = -fN \frac{\dot{x}_{1\text{СК}}}{\sqrt{\dot{x}_{1\text{СК}}^2 + \dot{y}_{1\text{СК}}^2}};$$

$$F_{\text{тр}y_1} = -fN \frac{\dot{y}_{1\text{СК}}}{\sqrt{\dot{x}_{1\text{СК}}^2 + \dot{y}_{1\text{СК}}^2}}, \quad (3)$$

где f - динамический коэффициент трения.

Если тело перемещается в режиме качения с одновременным скольжением, то оно обладает пятью степенями свободы. В качестве связи является условие $N \geq 0$, то есть тело перемещается по плоскости в безотрывном режиме.

Получена система из пяти дифференциальных уравнений, опи-

описывающая безотрывное вибрационное перемещение тела по поверхности, совершающей прямолинейные гармонические колебания не в плоскости наибольшего ската

$$\ddot{x}_{1СК} = f_4 (\ddot{\psi}, \ddot{\theta}, \dot{\psi}, \dot{\psi}, \dot{\theta}, \dot{\psi}, \dot{x}_{1СК}, \dot{y}_{1СК}, \psi, \theta, \varphi);$$

$$\ddot{y}_{1СК} = f_5 (\ddot{\psi}, \ddot{\theta}, \dot{\psi}, \dot{\psi}, \dot{\theta}, \dot{\psi}, \dot{x}_{1СК}, \dot{y}_{1СК}, \psi, \theta, \varphi);$$

$$\ddot{\psi} = f_6 (\ddot{\theta}, \dot{\psi}, \dot{\psi}, \dot{\theta}, \dot{\psi}, \dot{x}_{1СК}, \dot{y}_{1СК}, \psi, \theta, \varphi);$$

$$\ddot{\theta} = f_7 (\ddot{\psi}, \dot{\psi}, \dot{\psi}, \dot{\theta}, \dot{\psi}, \dot{x}_{1СК}, \dot{y}_{1СК}, \psi, \theta, \varphi);$$

$$\ddot{\varphi} = f_8 (\ddot{\psi}, \ddot{\theta}, \dot{\psi}, \dot{\theta}, \dot{\psi}, \dot{x}_{1СК}, \dot{y}_{1СК}, \psi, \theta, \varphi); \quad (4)$$

В силу гомозности, уравнения (1) и (4) приведены в общем виде. Системы дифференциальных уравнений вида (1) и (4) получены как для шара со смещенным центром масс, так и для эллипсоида.

С помощью полученных дифференциальных уравнений, описывающих различные режимы безотрывного вибрационного перемещения твердых тел, а также с использованием метода Рунге-Кутты численного решения данных уравнений был создан алгоритм и пакет прикладных программ, которые позволяют проводить полное теоретическое исследование движения твердого тела по вибрирующей поверхности, имеющей продольно-поперечный наклон к горизонту.

При расчете на ЭВМ получены теоретические зависимости средней скорости вибрационного перемещения шара со смещенным центром масс и эллипсоида от следующих параметров: амплитуды и частоты колебаний плоскости, продольного и поперечного углов наклона рабочей поверхности к горизонту, угла направленности колебаний. При изучении вибрационного перемещения шара со сме-

18

шенным центром масс выбирались шары с фиксированным радиусом, но с различным смещением центра масс от геометрического центра шара. При этом значения параметра e варьировались в пределах от 0,2 до 0,6. При малых значениях параметра e (0,2 и меньше) шар со смещенным центром масс по своим характеристикам становится похож на геометрически правильный шар, при больших значениях параметра e (0,6 и больше) параметры движения такого шара со смещенным центром масс приближаются к параметрам движения материальной точки (в предельном случае параметр e равен 1, тогда рассматриваемое тело превращается в невесомую оболочку с массой сконцентрированной в одной точке). При изучении эллипсоида рассматривались различные по выпуклости эллипсоиды: от наиболее округлых, в которых численные значения полуосей мало отличались друг от друга, до сплюснутых, у которых одна из полуосей значительно отличается от двух других полуосей. В последнем случае параметры движения эллипсоида приближаются к параметрам движения материальной точки.

На рис.2 и рис.3 представлены зависимости средней скорости вибрационного перемещения шара со смещенным центром масс от амплитуды и частоты колебаний плоскости.

Анализируя полученные зависимости, можно сделать вывод о принципиальной возможности сепарации и сортировки округлых тел (в виде шара со смещенным центром масс) в зависимости от смещения центра масс шара.

Описанные зависимости были получены для усредненных значений скоростей. Однако, в течении периода колебаний рабочей поверхности значение скорости перемещения рассматриваемых пространственных тел существенно изменяется. В связи с этим были получены с помощью созданного пакета программ траектории движения точки контакта тела с плоскостью, причем в укрупненном

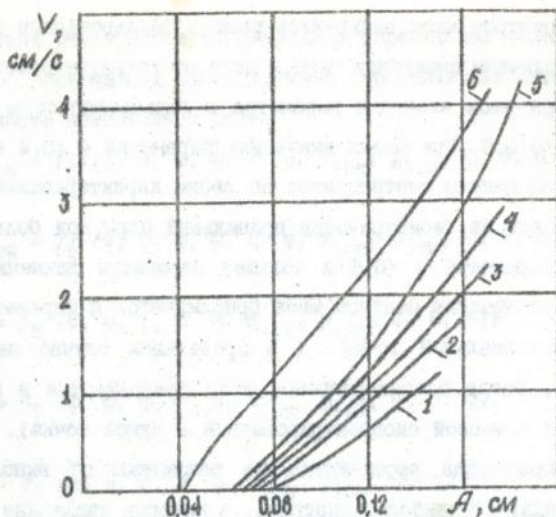


Рис. 2. Зависимость средней скорости вибрационного перемещения шара со смещенным центром масс от амплитуды колебаний: 1 - $e = 0,2$; 2 - $e = 0,3$; 3 - $e = 0,4$; 4 - $e = 0,5$; 5 - $e = 0,6$; 6 - материальная точка

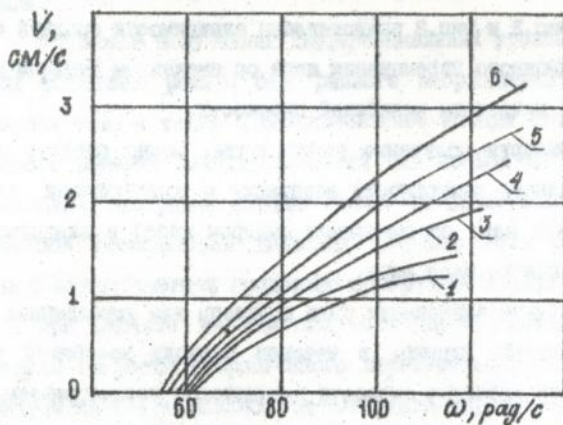


Рис. 3. Зависимость средней скорости вибрационного перемещения шара со смещенным центром масс от частоты колебаний: 1 - $e = 0,2$; 2 - $e = 0,3$; 3 - $e = 0,4$; 4 - $e = 0,5$; 5 - $e = 0,6$; 6 - материальная точка

масштабе. Это было сделано с помощью созданного пакета программ.

Как было выяснено при математическом моделировании, движение как шара со смещенным центром масс, так и эллипсоида носит периодический характер. Введено понятие периода переключения

$$P = T/T_0 \quad (5)$$

где T_0 - период колебания плоскости, T - период движения твердого тела, P - период переключения ($P=1,2,3\dots$).

При математическом моделировании процесса виброперемещения выяснено, что твердое тело, в зависимости от своих физико-механических свойств, а также от кинематических и установочных параметров может перемещаться как в сторону верхнего края плоскости, так и в сторону нижнего ее края.

При параметрах $A = 1$ мм; $\omega = 120$ рад/сек.; $\alpha = 4$ град.; $\gamma = 3$ град. на рис. 4 изображена детальная траектория перемещения точки контакта шара со смещенным центром масс с плоскостью в направлении верхнего края плоскости. На рис. 5. показана траектория виброперемещения того же шара в направлении нижнего края плоскости ($A = 1$ мм; $\omega = 100$ рад/сек.; $\alpha = 6$ град.; $\gamma = 4$ град.). Необходимо подчеркнуть, что во втором случае шар совершает не качение вниз, а перекачивание (покачивание) с одновременным скольжением. На этих рисунках звездочками отмечены положения тела, соответствующие T_0 . Как видно из рис. 4, при виброперемещении шара со смещенным центром масс в сторону верхнего края плоскости $P = 4$, а при перемещении в сторону нижнего края (рис. 5) $P = 1$.

В случае вибрационного перемещения полшара период переключения равен двум, $P = 2$, а трехосного эллипсоида - единице: $P = 1$.

При исследовании виброперемещения шара со смещенным цент-

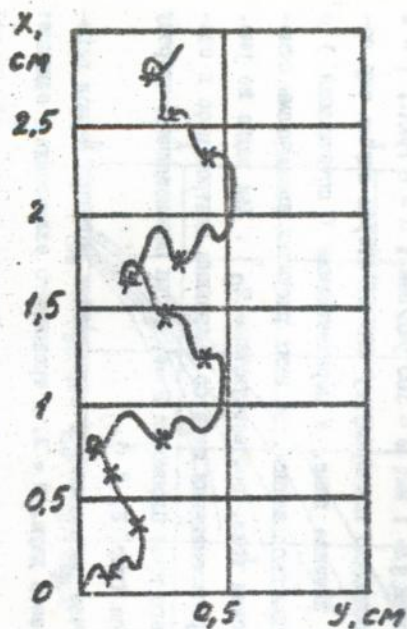


Рис. 4. Детальная (истинная) траектория вибрационного перемещения шара со смещенным центром масс в сторону верхнего края плоскости

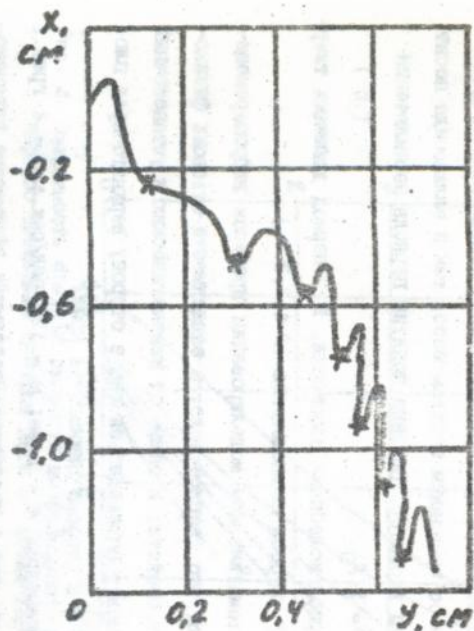


Рис. 5. Детальная (истинная) траектория вибрационного перемещения шара со смещенным центром масс в сторону нижнего края плоскости

ром масс возникает вопрос об устойчивости движения. Под устойчивым движением понимается такое вибрационное перемещение, при котором, во-первых, сохраняется направление движения (либо в сторону верхнего края поверхности, либо в противоположную сторону), во-вторых, центр масс шара совершает периодические колебательные движения вокруг оси, проходящей через геометрический центр шара и мгновенную точку контакта шара с плоскостью. Устойчивость перемещения может быть потеряна по двум причинам: шар со смещенным центром масс может оторваться от плоскости (известно, что в отрывном режиме шар всегда будет совершать перемещение в сторону нижнего края плоскости), либо в процессе своего движения центр масс шара совершит полный оборот вокруг геометрического центра (в этом случае он покатиться, может быть со скольжением, также в сторону нижнего края плоскости).

Наличие устойчивого виброперемещения является сложной функциональной зависимостью как физико-механических свойств тела (форм, размеры, коэффициенты трения), так и установочных параметров процесса сепарации (Δ , ω , α , γ , β).

Используя созданный пакет программ, на ЭВМ было теоретически исследовано влияние частоты вибрации ω и продольного угла наклона плоскости α на существование устойчивого вибрационного перемещения шара со смещенным центром масс. При этом перебирались пары параметров f (коэффициент трения скольжения) и параметр e . При теоретическом исследовании областей существования устойчивого безотрывного виброперемещения шара со смещенным центром масс f принимался равным 0,3; 0,5; 0,7, то есть в пределах значений часто встречающихся на практике, а параметр e изменялось в диапазоне от 0,1 до 0,4.

Было установлено, что отрывный режим начинается при $\omega = 141$ рад/с. Таким образом, эта частота является теоретически

максимальной для безотрывного режима при выбранной совокупности параметров колебательной системы. По результатам счета на ЭВМ построены графики (рис. 6). Области существования устойчивого виброперемещения шара со смещенным центром масс находятся ниже соответствующих кривых.

В четвертом разделе приведены результаты экспериментальных исследований. Показано, что параметры процесса виброперемещения частиц неплохо согласуются с результатами, полученными при расчете на ЭВМ.

Проведен эксперимент по оценке взаимного увлечения семян

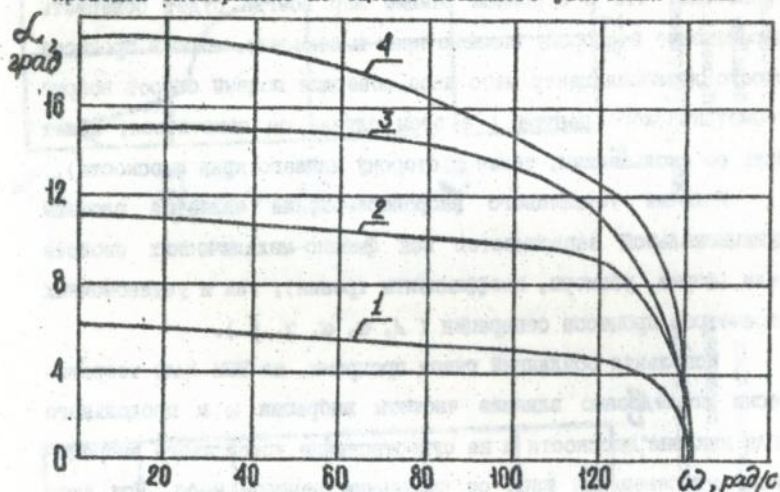


Рис. 6. Области существования устойчивого движения шара со смещенным центром масс: 1 - $e = 0,1$; 2 - $e = 0,2$; 3 - $e = 0,3$; 4 - $e = 0,4$

различных фракций. Математическая обработка результатов эксперимента показала, что в случае совместного пропуска семян различных фракций и в случае их раздельного пропуска, распределение семян каждой фракции по приемникам вибрационной семеочистительной машины отличается настолько, что данные распределе-

ния не могут быть проявлениями одного и того же закона распределения.

Приведено обоснование кинематических параметров работы вибрационной семеочистительной машины на очистке семян проса.

Качественная оценка эффективности сепарации позволила определить факторы, влияющие на процесс. В качестве критерия оптимизации очистки семенного материала принят процентный выход кондиционных семян, соответствующих первому классу ГОСТа. Для нахождения оптимального воздействия всех факторов был принят метод центрально-композиционного планирования. Матрица планирования эксперимента реализована с трехкратной повторностью. В результате обработки экспериментальных данных на ЭВМ получено уравнение регрессии, характеризующее процесс выделения из семенного материала семян проса и семян щетинника сизого.

После проведения оптимизации получены оптимальные параметры работы вибрационной семеочистительной машины: $A = 1,15$ мм, $\omega = 162$ рад/с., $\alpha = 5,9$ град., $\gamma = 2,7$ град., $\beta = 31$ град. Выход семенного материала проса первого класса при данных параметрах составил 90,2 %.

В пятом разделе приведены результаты производственных испытаний вибрационной семеочистительной машины на очистке семенных смесей проса. В качестве исходного материала в испытаниях использовался семенной материал, прошедший предварительную обработку на воздушно-решетно-триерных рабочих органах семеочистительных машин, но в результате этой очистки он не был доведен до посевных кондиций.

В результате лабораторных и хозяйственных испытаний вибрационной семеочистительной машины на обработке семенных материалов установлено, что из семян проса выделяются семена щетинника.

тинника сизого. Анализ семенных материалов показавал, что процесс очистки сопровождается и их сортированием. В отходы выделяется травмированные, биологически менее полноценные семена основной культуры с пониженными посевными качествами. Производительность машины составила 34 кг/ч.

Годовой экономический эффект составил 31 650 рублей (в ценах 1990-1991 г.г.).

В приложении приведены данные о физико-механических свойствах семенных материалов, некоторые вспомогательные зависимости для получения уравнений, описывающих процесс виброперемещения округлых тел, описание алгоритмов и программ для ЭВМ, расчет экономической эффективности.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Из анализа форм семян культурных и сорных растений следует, что значительное количество из них приближается к одной из правильных форм: шару, полушару, эллипсоиду, эллипсоиду вращения. Поэтому математическая аппроксимация формы семян указанными выше телами вносит достаточную определенность при теоретическом изучении вибрационного перемещения семян.

2. Проведенные исследования позволили разработать методику и с ее использованием отыскивать центр масс семян округлой формы. В качестве примера были взяты семена проса и получено распределение смещения центра масс этих семян относительно их геометрического центра. Определена область существования устойчивого положения шара со смещенным центром масс на наклонной плоскости.

3. Создана математическая модель, описывающая пространственное вибрационное перемещение округлых тел по непрерывно-

ванным шероховатым поверхностям с продольно-поперечным наклоном к горизонту. При этом округлые тела аппроксимируются шаром со смещенным центром масс или трехосным эллипсоидом.

4. Исследовано безотрывное вибрационное перемещение тел округлой формы по неперфорированной шероховатой плоскости, совершающей прямолинейные колебания не в плоскости наибольшего ската. Составлены дифференциальные уравнения, описывающие различные виды пространственного безотрывного вибрационного перемещения тел: чистое качение и качение с одновременным скольжением.

5. Теоретически изучена зависимость скорости виброперемещения округлых тел по пространственно ориентированной плоскости от кинематических и установочных параметров вибрационной семеочистительной машины. Получены детальные (истинные) траектории вибрационного перемещения точки контакта тела с плоскостью. При этом определены периоды переключения в зависимости от направления движения тела.

6. Получены области существования устойчивого вибрационного перемещения шара со смещенным центром масс.

7. Разработаны алгоритмы исследования вибрационного перемещения шара со смещенным центром масс и трехосного эллипсоида на наклонной шероховатой поверхности, совершающей прямолинейные гармонические колебания не в плоскости наибольшего ската, а также создан пакет вычислительных программ на ЭВМ, позволяющий изучать вибрационное перемещение широкого класса семян сельскохозяйственных культур с учетом их размеров и формы.

8. Исследовано влияние засоренности исходной семенной смеси на качество очистки при сепарации семян на вибрационной семеочистительной машине.

9. Обоснованы оптимальные конструктивные и кинематические

параметры вибрационной семеочистительной машины: $A = 1,15$ мм, $\omega = 162$ рад/с.; $\alpha = 5,9$ град; $\gamma = 2,7$ град; $\beta = 31$ град; фрикционное покрытие рабочей поверхности - брезент, обеспечивающее максимальный выход очищенной фракции семян проса.

10. Годовой экономический эффект от внедрения вибрационной семеочистительной машины при очистке семян проса от семян щетинника сизого в колхозе "Перемога" Харьковской области, совхозе им. Латышских стрелков Херсонской области и совхозе "Донецкий" Белгородской области составил 31 650 рублей (в ценах 1990-1991 г.г.).

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Вибрационное перемещение твердых тел с учетом формы по пространственно ориентированным шероховатым поверхностям // Тез. докл. Всесоюз. науч.-практич. конф. "Современные проблемы земледельческой механики". - Мелитополь, 1989. - с. 65-66 (соавтор П.М.Зайка).

2. Теоретическое исследование пространственного перемещения тел правильной геометрической формы // Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. "Пути повышения уровня эксплуатац. и эксплуатационной технологич. машин в новых условиях эконом. развития агропромышленного комплекса". Харьков, 1990. - с. 61-62 (соавтор П.М.Зайка).

3. Моделирование материальной точкой процессов виброперемещения семенных смесей // Республиканский межведомственный научно-технический сборник. Конструирование и технология производства с.-х. машин. Киев "Техника" - 1991. - вып. 21. - с.36-40 (соавтор П.М.Зайка).

П.М.Зайка

Подп.я печ. 25.06.92. Формат 60 x 84 1/16.
Объем 1,0 уч.-изд.л. Тираж 100. Заказ 152.

Участок оперативной печати Харьковского ГАУ,
312131, п/о "Коммунист-1", уч.городок.

467391

AB 25.598