

наблюдалось следующее изменение показателей масла: содержание примесей снизилось с 0,97 до 0,84%, содержание воды до 0,01%, кинематическая вязкость повысилась до 12,8 мм<sup>2</sup>/с, а температура вспышки - с 182°С до 205°С.

После второй ступени очистки при центрифугировании содержание примесей снизилось с 0,84% до 0,33%, кинематическая вязкость увеличилась до 13,1 мм<sup>2</sup>/с, температура вспышки повысилась до 206°С. Воды в очищенном масле не обнаружено.

Таким образом, очистка отработанного моторного масла на предлагаемой установке позволила снизить содержание примесей на 65,9%, это составило 0,33% от объема очищаемого масла, при содержании примесей в товарном масле М-10Г<sub>2</sub>к – 0,28%. Вода в очищенном масле отсутствовала, а допустимое значение ее содержания в товарных маслах – 0,03%. Температура вспышки составила 206°С, что находится в пределах требований технических условий. Кинематическая вязкость составила 13,1 мм<sup>2</sup>/с

(табл. 1).

Предлагаемая центробежная очистительная установка позволяет очищать отработанное моторное масло с требуемым качеством. Очищенное масло можно использовать в гидросистемах сельскохозяйственной техники, станочном оборудовании или в качестве базового масла для компаундирования и дальнейшего восстановления его свойств.

#### **Библиографический список**

1. Григорьев М.А. Очистка масла и топлива в автотракторных двигателях. – М.: Машиностроение, 1970. – 270с.
2. Пальчевский Б. А. Научное исследование: объект, направление, метод. – Львов: вища школа, 1979. – 180с.
3. Бутов Н.П. Научные основы проектирования малоотходной технологии переработки и использования отработанных минеральных масел. – зерноград, ВНИПТИ-МЭСХ, 2000. -410с.

УДК 631.331.022

## **ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СЕМЯН СПИРАЛЬНО-ВИНТОВЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ**

**Ю.М. Исаев**, доктор технических наук, доцент,  
**Н.М. Семашкин**, кандидат технических наук, ассистент,  
**Н.Н. Назарова**, аспирант Ульяновской ГСХА,  
тел.8 (84231) 55-95-49  
[isummi@yandex.ru](mailto:isummi@yandex.ru)

**Ключевые слова:** спиральный винт, посев мелкосеменных культур, теоретические исследования, активный слой, подача, спиральный винт, угловая скорость.

*Рассмотрена теория вертикального перемещения мелкосеменных культур спирально-винтовым рабочим органом, особенности взаимодействия зерна с винтовой спиралью. Получена зависимость угловой скорости зерна от параметров рабочего органа и физических свойств зерна при его движении вдоль винтовой линии.*

Разработка рабочих органов высевающих машин является одной из основных

задач механизации сельскохозяйственного производства. Это связано с тем, что существующие высевающие аппараты не в полной

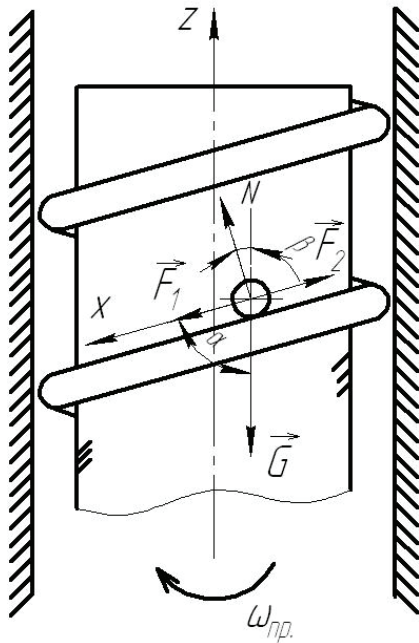


Рис. 1. – Схема действия сил на зерно, находящееся на вращающейся винтовой спирали

мере обеспечивают равномерность высева мелкосеменных культур, имеют сложную конструкцию и большую металлоёмкость. Высевающий аппарат со спирально-винтовым рабочим органом при высеве мелкосеменных культур имеет преимущество по сравнению с высевающим аппаратом серийно выпускаемых сеялок по равномерности высева в 1,5...2 раза [1]. Для определения оптимальных параметров высевающего аппарата необходимо выполнить теоретическое описание процесса транспортирования семян винтовой спиралью от семенного ящика до семяпровода. Ранее такая попытка была сделана в работе Н.Б.Бока, Д.З.Есхожина и К.Байтлесова [2], в которой движение зерна рассматривалось в кинестатике. Рассмотрим взаимодействие зерна со спиральным винтом в динамике (рис. 1.).

Составим уравнение движения зерна вдоль оси X по касательной к спирали:

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

где  $m$  – масса зерна, кг;  $F_1$  – сила трения зерна о виток спирали, Н;  $F_2$  – сила трения зерна о внутреннюю стенку канала, Н;  $N$  – реакция поверхности спирали от действия силы тяжести, Н;  $\alpha$  – угол наклона оси X к

вертикали, град.,  $\alpha = (90 - \beta)$ , где  $\beta$  – угол наклона винтовой линии спирали, град.

Силы трения определяют 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 движения зерна по спирали;  $\omega$  – угловая скорость зерна, с<sup>-1</sup>;  $r$  – расстояние от оси вращения спирали до центра массы зерна, м.

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

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

Очевидно, что скорость движения зерна, м/с, вдоль винтовой линии

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

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

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

где  $t$  – время от начала процесса перемещения зерна, с;  $v_0$ ,  $v$  – скорости зерна вдоль винтовой линии соответственно в начальный и текущий моменты времени, м/с.

Закон движения зерна можно определить после интегрирования уравнения (3):

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

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

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

$$A = f g \sin \alpha - f \omega^2 r + g \cos \alpha =$$

где

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

Скорость зерна в относительном движении  $u$ , м/с, в рассматриваемой точке направлена по касательной к винтовой линии. Тогда горизонтальная составляющая отно-

сительной скорости

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

При этом:

$$v_a^r = \omega r \sin \alpha + \omega_e r.$$

Обозначим соотношение угловых скоростей при относительном и переносном движениях через  $\varepsilon$ , т.е.

$$\varepsilon = \frac{\omega}{\omega_e}, \quad (10)$$

тогда горизонтальная составляющая абсолютной скорости зерна:

$$v_a^r = \omega_e r (1 + \varepsilon \sin \alpha). \quad (11)$$

При этом главный момент количества движения рассматриваемой системы

$$L_z = Mr^2 \omega_e + m r^2 \omega_e (1 + \varepsilon \sin \alpha), \quad (12)$$

и его изменение выразится следующим образом:

$$\frac{dL_z}{dt} = (M + m (1 + \varepsilon \sin \alpha)) r^2 \dot{\omega}_e. \quad (13)$$

Сумма моментов внешних сил относительно вертикальной оси рабочего органа

$$\sum_{k=1}^n m_z (F_k^e) = mgr \sin \alpha (f \sin \alpha + \cos \alpha) - fm \varepsilon^2 \omega_e^2 r^2 \sin \alpha \quad (14)$$

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

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

$$= mgr \sin \alpha (f \sin \alpha + \cos \alpha) - fm \varepsilon^2 \omega_e^2 r^2 \cos \alpha \quad (15)$$

Откуда

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

Этому уравнению удобнее придать более простой вид:

$$B \dot{\omega}_e + C \omega_e^2 - D = 0, \quad (17)$$

где  $B = (M + m (1 + \varepsilon \sin \alpha)) r^2$ ;

$$C = fm \varepsilon^2 \omega_e^2 r^2 \sin \alpha,$$

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

Выражение (17) является дифференциальным уравнением движения зерна по

винтовой линии. Если считать вращательное движение спирального винта равномерным, т.е.  $\omega_e = \text{const}$ , то

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

Следовательно, уравнение (16) будет иметь вид:

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

откуда:

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

Из уравнения (19) следует, что соотношение угловых скоростей относительного и переносного движения обратно пропорционально частоте вращения спирального винта.

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

$$\omega = \sqrt{\frac{2}{f r t^2} \left( v_0 t + \frac{f \varepsilon^2 \omega_e^2 r t^2}{2} - l \right)} \quad (20)$$

Поверхность, характеризующая угловую скорость в зависимости от времени при различных углах  $\alpha$ , показана на рисунке 2. Вычисления выполняли с использованием формулы (8).

Из рисунка следует, что угловая скорость зерна  $\omega$  значительно в большей степени увеличивается с ростом угла  $\alpha$  и в

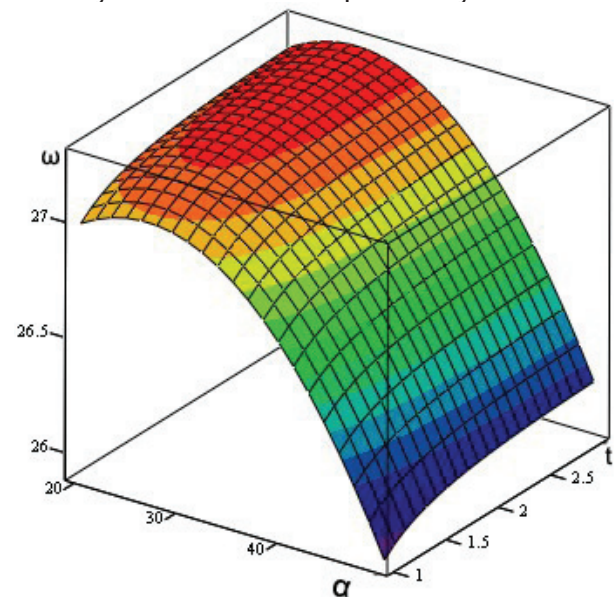


Рис. 2. – Зависимость угловой скорости единичного зерна от угла  $\alpha$  и времени  $t$

меньшей степени – от времени  $t$ . Поэтому с увеличением угловой скорости спирального винта зерно ускоряет свое движение и как бы догоняет винтовую линию.

Полученные зависимости можно использовать при разработке и проектировании спирально-винтовых высевающих аппаратов.

УДК 631.31

## РЕЗУЛЬТАТЫ АГРОТЕХНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ КОМБИНИРОВАННОГО СОШНИКА

**С.Г. Мударисов**, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Сельскохозяйственные машины», раб. тел. 8(347)2289166, e-mail: salavam@gmail.com

**А.М. Мухаметдинов**, аспирант кафедры «Сельскохозяйственные машины», e-mail: airat102@mail.ru

ФГОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет»

**Ключевые слова:** комбинированный сошник, долото, стрельчатая лапа, внесение удобрений, посев семян, агротехническая оценка, статистические характеристики

В статье приведены результаты агротехнической оценки разработанного комбинированного сошника, рассмотрена методика проведения полевых экспериментов, а также приведены результаты экспериментальных исследований предложенного сошника в полевых условиях.

Урожайность сельскохозяйственных культур в значительной степени зависит от используемой технологии и посевных машин, которые должны качественно выполнять посев.

В настоящее время при посеве используют различные виды сошников, как для раздельного внесения удобрений и посева семян, так и комбинированные. В зависимости от конструкции сошника, удобрения могут быть заделаны совместно с семенами или раздельно. Предпочтительным является раздельное внесение удобрений. При этом желательно, чтобы удобрения были внесены ниже глубины заделки семян [1, 2].

Для осуществления разноглубинного высева семян зерновых культур и внесения удобрений нами разработан комбинированный сошник (рисунок 1). Он содержит направлятели 2, размещенные в подлаповом

### Библиографический список

1. 1. Есхожин Д.З., Адуов М.А. Некоторые результаты экспериментального исследования пружинного высевающего аппарата. – Труды ЦСХИ, т. 32, 1980, 52...56.

2. 2. Бок Н.Б., Есхожин Д.З., Байтлесов К. Обоснование некоторых параметров винтовых высевающих аппаратов. – Труды ЦСХИ т. 8, вып. 8, 1971, с 34...37.

пространстве. Направители для семян выполнены в виде двух полых труб, которые расположены симметрично относительно стойки комбинированного сошника. Рабочий орган выполнен в виде стрельчатой лапы 7 и снабжен долотом 8. Направитель для удобрений 3 расположен в средней части рабочего органа и ниже по сравнению с направлятелями для семян.

В целях проверки работоспособности разработанного комбинированного сошника и определения качества его работы нами были проведены лабораторно-полевые исследования на полях хозяйства «Агли» Чишминского района Республики Башкортостан при посеве озимой тритикале. Тип почвы – выщелоченный чернозем. Влажность почвы перед посевом составляла на глубине 0...5 см в среднем 10 %, на глубине 5..10 см – 15 % и на глубине 10...15 см – 20 %.