

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АПК

УДК 631.331.02

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НОРМЫ ВЫСЕВА МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР СПИРАЛЬНО-ВИНТОВЫМ ВЫСЕВАЮЩИМ АППАРАТОМ

Артемьев Владимир Григорьевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Сельскохозяйственные машины»

Курдюмов Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности и энергетика»

Воронина Марианна Владимировна, кандидат технических наук,

Назарова Наталья Николаевна, аспирант

ФГБОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия»

432063, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1

Тел. 8(8422)55-95-72;

e-mail:ugsha@yandex.ru

Ключевые слова: аппарат, спираль, кожух, шаг винта, норма высева.

Предложен новый спирально-винтовой высевающий аппарат, позволяющий высевать семена мелкосеменных культур поштучно. Определены его основные конструктивные параметры, обеспечивающие заданную норму высева семян.

Одной из наиболее значимых задач в настоящее время остается посев мелкосеменных культур, позволяющий получить дружные всходы. Мелкосеменные культуры (просо, морковь, рапс озимый и яровой, лен, горчица, мак и т.п.) при соблюдении научных рекомендаций по их возделыванию способны формировать высокие урожаи, а грамотно организованная система сбыта – высокие доходы.

Разработка средств механизации посева семян мелкосеменных культур с нормой высева 2...40 кг/га является сложной задачей для конструкторов и исследователей подобных машин [1, 2, 3]. Это связано с тем, что существующие высевающие устройства не всегда отвечают агротехническим требованиям по обеспечению равномерности высева отдельным аппаратом. Например, для моркови, петрушки, салата и др. культуры технологические требования сева следующие: одинаковая глубина заделки семян

(1,5...2 см) и равномерное распределение их в рядке (через 4...5 см).

Существенное значение для урожая имеет не только величина, но и форма площади питания. Установлено, что максимальную продуктивность обеспечивает площадь питания в форме квадрата со сторонами 5x5 см с точным распределением семян.

В настоящее время для посева мелкосеменных культур применяют сеялки СМК-1, СМК-5, Берегиня АП-421, СОН-2,8, СОПГ - 4,8, СКОН-4,2 СО-4,2 и др. Однако они обладают рядом недостатков. Например, используемые в некоторых из них катушечные высевающие аппараты не позволяют равномерно распределять семена вдоль рядка и обеспечить необходимую норму высева. Поэтому семена обычно смешивают с наполнителем – сухим песком, гранулированными минеральными удобрениями и т.п. Тем не менее, неравномерность распределения семян и растений вдоль рядка достигает 130%, что

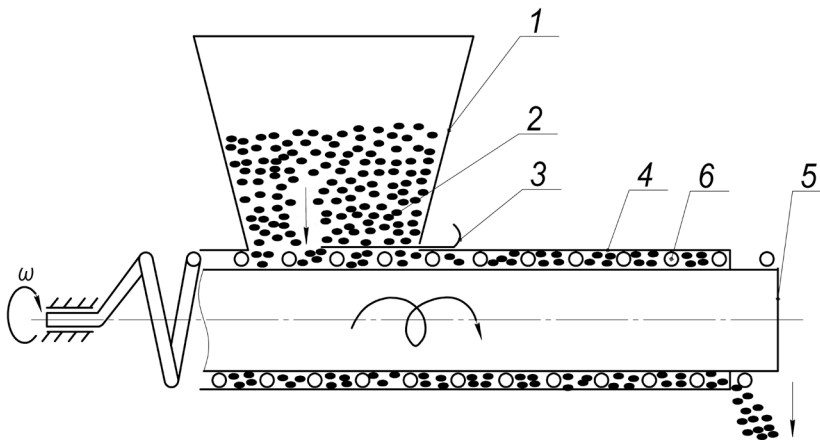


Рис. 1 – Принципиальная схема спирально-винтового высевача: 1 – семенной ящик; 2 – семена; 3 – заслонка; 4 – кожух наружный; 5 – сердечник; 6 – спираль.

приводит к снижению урожайности.

Таким образом, задача совершенствования высевача сеялок для мелкосеменных культур, способного улучшить равномерность распределения семян в рядке, выровнять их по площади питания и в результате повысить урожайность, является важной и актуальной.

Нами разработан, исследован и предложен для посева мелкосеменных культур высевач с спирально-винтовым рабочим органом (рис. 1).

Принцип работы высевача заключается в следующем. Вращающаяся в зазоре между кожухом 4 и сердечником 5 спираль 6 по винтовой линии перемещает семена от семенного ящика 1 к семяпроводам сеялки. Привод спирали осуществляют от опорных колес сеялки или любым другим способом.

Требуемую норму посева на 1 га можно обеспечить следующими способами:

- изменением скорости движения агрегата v_a , км/ч;
- изменением ширины междурядьев t , м;
- изменением частоты вращения спирали n , мин⁻¹;
- изменением шага винтовой линии спирали S , м;
- изменением диаметра спирали $d_{сп}$, м;
- изменением шероховатости внутренней поверхности кожуха и сердечника;

- изменением угла наклона кожуха к горизонту.

К одним из важных начальных условий при проектировании подобных спирально-винтовых высевачающих аппаратов является знание насыпной плотности семян, натуре (массы 1000 штук семян), геометрических размеров семян и т.д. Например, просо имеет следующие параметры: длина $l = 1,8...3,2$ мм, ширина $b = 1,2...2,5$ мм, толщина $a = 1,0...2,2$ мм; плотность твердой фазы $\rho = 1150$ кг/м³; масса 1000 зерен $g_n = 7$ г, насыпная плотность $\rho_n = 850$ кг/м³; коэффициент внутреннего

трения $f_{внут} = 0,52$; коэффициент внешнего трения $f_{внеш} = 0,40$ (по дереву), $f_{внеш} = 0,33$ (по стали); коэффициент динамического уплотнения $K_d = 1,08$.

Коэффициент плотности укладки твердой фазы (критерий дисперсности):

$$X = \rho_n / \rho = 0,85 / 1,15 = 0,74. \quad (1)$$

Эквивалентный диаметр проса:

$$d_{эк} = \sqrt[3]{6 \cdot V_n / \pi} = \sqrt[3]{6 \cdot 0,52a^3 / 3,14} = 1,98 \text{ мм}, \quad (2)$$

где $a \gg 2$ мм – средняя толщина зерна проса.

Коэффициент формы зерна проса:

$$\Phi = F / F_s = 12,56 / (3,14 \times 1,98^2) = 1,02, \quad (3)$$

где $F = 3,14 \cdot a = 3,14 \cdot 4 = 12,56$ – площадь поверхности зерна проса, мм;

$F_s = \pi d_{эк}^2$ – поверхность шара, эквивалентного зерну проса, мм².

Объем зерна проса

$$V_n = 0,52a^3 = 0,52 \cdot 8 = 4,16 \text{ мм}^3. \quad (4)$$

Конструктивные параметры спирально-винтового высевачающего аппарата для мелкосеменных культур и режим его работы должны обеспечивать выполнение соответствующих агротехнических требований к процессу посева. Например, требуется посеять просо заданной нормой $Q = 10$ кг/га при ширине междурядьев $t = 0,15$ м при средней рабочей скорости посевного агрегата $v_a = 7,2$ км/ч. Агрегат за один час проходит

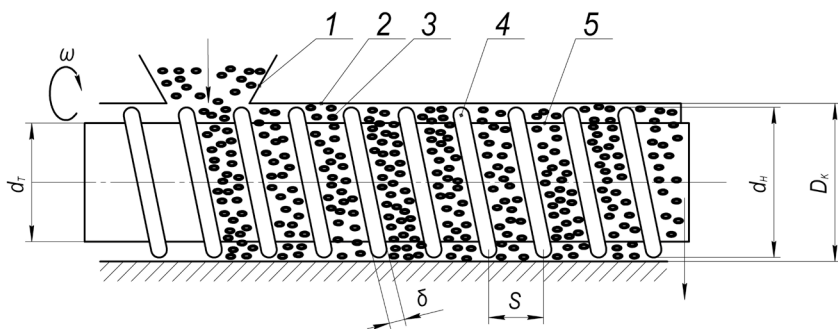


Рис. 2 – К определению конструктивных параметров СВВА: 1 – семенная коробка; 2 – кожуха; 3 – семена; 4 – спираль; 5 – сердечник; D_k – внутренний диаметр кожухи; d_H – наружный диаметр спирали; d_T – наружный диаметр сердечника; S – шаг винтовой линии спирали; δ – диаметр проволоки спирали

путь L , равный 7200 м. При заданной ширине междурядьев он засеет площадь $S = Lt = 7200 \times 0,15 = 880 \text{ м}^2$. Масса высеянных семян q_c в этом случае составит 880 г/ч, или 14,66 г в минуту.

Соответственно, подача высевающего аппарата W согласно агротехническим требованиям с учетом допускаемого агротехническими требованиями отклонения от нормы высева ($\pm 3\%$) должна находиться в пределах 14...15 г/мин.

Из ранее выполненных исследований известно, что в общем виде подачу спирально-винтового высевающего аппарата (далее – СВВА), кг/с, можно определить из выражения:

$$W = F_k v_{zm} \rho = D_k^2 S n K_v K_F r K_g, \quad (5)$$

где F_k – площадь поперечного сечения кожухи, м^2 ; v_{zm} – осевая скорость движения семян проса, м/с ; ρ – насыпная плотность семян проса, кг/м^3 ; D_k – внутренний диаметр кожухи СВВА, м ; S – шаг винтовой линии спирали, м ; n – частота вращения спирали, с^{-1} ; K_v – коэффициент осевого отставания зерна проса от осевой скорости спирали v_{zn} , $K_v = v_{zn}/v_{zm}$; K_F – коэффициент наполнения кожухи просом; K_g – коэффициент, учитывающий наклон кожухи к горизонту.

Анализ уравнения (5) показывает, что подача семян проса имеет прямую зависимость от параметров S , n , r и квадратичную от D_k .

С учетом результатов ранее выполненных исследований, относительно неболь-

шой подачи высевающего аппарата ($q_c \gg 880 \text{ г/ч}$), а также необходимости сведения к минимуму повреждения семян, примем следующие конструктивные параметры высевающего аппарата: $d_T = 20 \text{ мм}$; $d_H = 26 \text{ мм}$; $D_k = 28 \text{ мм}$; $\delta = 3 \text{ мм}$; $S = 9 \text{ мм}$ (рис. 2).

Тогда зазор между кожухом и сердечником, необходимый для перемещения в нем семян,

$$\Delta_T = (D_k - d_T) / 2 = 4 \text{ мм}.$$

Такой зазор обеспечивает перемещение в нем семян проса в два слоя.

Соответственно зазор между внутренней поверхностью кожухи и наружным диаметром спирали

$$\Delta_C = (D_k - d_H) / 2 = (28 - 26) / 2 = 1 \text{ мм}.$$

С учетом коэффициента динамического уплотнения семян проса ($K_d = 1,08$) и значительной разницы в значениях эквивалентного диаметра семян, количество рядов N_p примем равным 3 (рисунок 3).

Если семена в СВВА расположены по окружности со средним диаметром d_{cp} , то ее длина

$$L_c = \pi d_{cp} = 3,14 \cdot 23 = 72 \text{ мм}.$$

Следовательно, в одном ряду по диаметру d_{cp} будет находиться

$$N_c = L_c / d_{эк} = 72 / 1,98 \approx 36 \text{ семян}.$$

Тогда общее количество семян, высеянных СВВА за один оборот спирали,

$$N_{cs} = N_c N_p = 36 \times 3 = 108 \text{ шт.} \quad (7)$$

Масса 108 штук семян

$$g_{оо} = S N_{cs} g_n / 1000 = 108 \times 7 / 1000 = 1,26 \text{ г}, \quad (8)$$

где g_n – натура семян проса, г.

При норме высева семян одним аппаратом $g_c = 14,66 \text{ г/мин}$ частота вращения спирали

$$n_c = g_c / g_{оо} = 14,66 / 1,26 = 11,5 \text{ мин}^{-1}. \quad (9)$$

При монтаже предлагаемого высевающего аппарата на зерновых сеялках типа СЗУ и СЗП необходимо обеспечить привод спирали во вращательное движение от опорных колес с диаметром $D_c = 1,2 \text{ м}$.

При скорости движения посевного агрегата $v = 7,2 \text{ км/ч}$ частота вращения опор-

ного колеса сеялки

$$n_k = v / 60\pi D_c = 7200 / 60 \cdot 3,14 \cdot 1,2 = 44,5 \text{ мин}^{-1}, \quad (10)$$

тогда передаточное отношение

$$i = n_k / n_c = 44,5 / 11,5 = 3,87. \quad (11)$$

Анализ уравнения (5) и результаты исследования [1] показывают, что подача СВВА семян W имеет прямую зависимость от частоты вращения спирали n , и соответственно при любой скорости движения посевного агрегата норма высева семян не изменяется.

С учетом угла укладки β частиц сыпучих материалов [3] получим:

$$h = d_0 \cos \beta = d_{\text{эк}} \cos \beta = 1,39 \text{ мм}; \quad (12)$$

где h - высота призмы укладки частиц, мм; $d_0 = d_{\text{эк}}$ - эквивалентный диаметр семян проса; b - угол наклона частиц, град, $b = 45^\circ$.

С учетом угла укладки частиц в зазоре $D_T = 4$ мм разместится $D_T / h = 2,88$ слоя семян проса.

Определенные выше конструктивные параметры спирально-винтового высева-

ющего аппарата обеспечивают заданную норму высева мелкосеменных культур. При этом травмирование семян не превышает 2,5% вследствие круглой формы поперечного сечения проволоки спирали. Основные результаты расчетов подтверждены результатами проведенных экспериментальных исследований.

Библиографический список

1. Воронина М.В. Показатели работы высевающего аппарата для мелкосеменных культур // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. - № 7, с. 8 - 9.
2. Рычков В.А., Кулагин В.М. К расчету производительности комбинированного спирально-шнекового дозатора // Техника в сельском хозяйстве. – 2010. - № 4, с. 10 – 12.
3. Несмеян А.Ю., Хижняк В.И., Шаповалов Д.Е. Определение угла укладки частиц сыпучих материалов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. - № 7, с. 19-20.

УДК 631.358.44

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ АКТИВНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ПЛУГА-КАРТОФЕЛЕКОПАТЕЛЯ

Граков Фёдор Николаевич, инженер

ФГБОУ ВПО «Челябинская государственная агроинженерная академия»

454080, г. Челябинск, проспект Ленина, д.75.

Тел: 8(351)2666574, e-mail: gfn@74.ru

Ключевые слова: картофель, ротор, плуг-картофелекопатель, параметры, показатели выкапывания

Выполнены теоретические исследования и расчеты по определению оптимальных конструктивных параметров (количество лопаток ротора, угол их наклона и установки) активного рабочего органа плуга-картофелекопателя с целью улучшения качественных (травмирование, потери) показателей выкапывания клубней картофеля.

С переходом России на рыночную экономику широкое распространение получили фермерские хозяйства, которые взяли на себя значительную часть производства продукции сельского хозяйства, в том числе и картофеля [1]. При этом площадь половины

фермерских хозяйств составляет не более 20 га. Выращивание картофеля на малых площадях имеет ряд особенностей, одна из которых – нецелесообразность использования при уборке современных высокопроизводительных картофелеуборочных