Научная статья

УДК 631.331.022 DOI 10.48012/1817-5457_2025_3_144-150

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ШНЕКА ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ СЕЯЛКИ СЕМЯН МОРКОВИ

Дерюшев Иван Александрович✉, Иванов Алексей Генрихович, Костин Александр Владимирович, Савельева Мария Анатольевна
Удмуртский ГАУ
deryshev_ivan@mail.ru

Аннотация. *Посев семенного материала моркови подразумевает размещение семян на определенной глубине в почве при заданном шаге посадки. Чтобы решить все эти проблемы, необходимо повысить степень механизации, что приводит к равномерному посеву в нужное время, в агротехнические сроки и с минимальными затратами. Важным условием является соблюдение нормы высева и требований посадки, что способствует оптимальной густоте стояния растений в дальнейшем. Это обеспечивается высевающим аппаратом сеялки. Данная проблема особенно актуально стоит при высеве семян мелкосеменных культур, к которым относится морковь. В работе делается упор на равномерность дозирования семян высевающим аппаратом при посеве моркови. Для этой цели предложена двухстадийная система дозирования, состоящая из катушечного и шнекового дозаторов. Данная система реализована в конструкции высевающего аппарата, разработанного авторским коллективом. Он имеет простую и компактную конструкцию, содержащую бункер для семян, в нижней части которого расположена дозирующая катушка. После катушечного аппарата семена равномерно подаются в шнековый дозатор, который перемещает их к выгрузному окну в корпусе. Затем семена по семяпроводу поступают в сошники. Также в корпусе расположено выходное окно, из которого осуществляется подача семян в семяпровод. Приведено обоснование параметров профиля и размеров межвиткового пространства шнека, обеспечивающего закономерное размещение одного семечка в витке. Подобрано число заходов шнека* $n_{зах} = 10$ *и обоснована связь между скоростью движения машинно-тракторного агрегата 4 км/ч и частотой вращения шнека* $n_з = 168{,}5$ *об/мин.*

Ключевые слова: *мелкосеменные культуры, морковь, семена, высевающий аппарат, шнек, частота вращения.*

Для цитирования: *Обоснование параметров шнека высевающего аппарата для сеялки семян моркови / И. А. Дерюшев, А. Г. Иванов, А. В. Костин, М. А. Савельева // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 3(83). С. 144-150. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2025_3_144-150.*

Актуальность. Морковь – ценная сельскохозяйственная культура благодаря своим пищевым, кормовым и техническим свойствам. Она богата витаминами, минералами и другими полезными веществами, что делает ее важным продуктом питания и лекарственным средством. Кроме того, морковь широко используется в кормлении сельскохозяйственных животных и в различных отраслях промышленности. Ее потребление сопоставимо с потреблением капусты. Морковь содержит витамины С, В1, В2, В6, D, E, K, P, а также каротин (провитамин А) в большом количестве [1, 2, 10].

Достоинством моркови является возможность ее хранения в свежем виде в овощехранилищах в течение всего года, что обеспечивает сохранение ее пищевой ценности в зимний период. Однако ее выращивание является трудоемким процессом, а урожайность зависит от природно-климатических условий и агротехники. В условиях Удмуртской Республики морковь может выращиваться в течение лета даже в открытом грунте. Но промышленное ее выращивание сопряжено с рядом сложностей ввиду отсутствия в хозяйствах специализированных посевных агрегатов, пригодных к посадке мелких семян моркови. Поэтому была поставлена задача разработать компактную сеялку, пригодную для использования в составе мотоблочных агрегатов или тракторов тягового класса до 6 кН для посадки семян моркови на полях 2…10 га. Такие агрегаты будут востребованы крестьянско-фермерскими хозяйствами и подсобными хозяйствами, обеспечивая повышение уровня механизации при возделывании моркови [4, 13].

Цель исследований – разработка шнекового дозирующего устройства и обоснование оптимальных параметров его рабочего органа.

Задачи исследования: описать предлагаемую конструкцию высевающего аппарата с двухстадийной системой дозирования; обосновать параметры привода шнекового дозирую-

© Дерюшев И. А., Иванов А. Г., Костин А. В., Савельева М. А., 2025

щего устройства, подобрать число заходов шнека и обосновать форму профиля и его размеры для межвиткового пространства шнека.

Материал и методы. Объектом исследования является шнековый дозатор высевающего аппарата для сеялки семян моркови, предмет исследования – параметры шнека высевающего аппарата для сеялки семян моркови. Для теоретического обоснования параметров указанного шнека применялись методы теоретической механики, теории механизмов и машин, деталей машин и машиноведения.

Результаты исследований. После планомерных поисков среди множества технических решений по сеялкам для мелких семенных культур было установлено, что наиболее ответственным и проблемным местом в их конструкции является высевающий аппарат, который должен обеспечивать равномерный высев семян согласно норме на заданную площадь. Особенно большая проблема по равномерности высева имеется в сеялках для мелкосеменных культур, к которым относятся семена моркови [2, 5, 6, 9].

Мы предлагаем рациональную конструкцию высевающего аппарата сеялки, показанную на рисунке 1.

Высевающий аппарат имеет бункер для семян 1, из которого семена захватываются катушечным высевающим устройством (корпус 2 и катушка 4) и далее попадают на шнековый дозатор, состоящий из корпуса 3 и шнека 6. Подвижные части приводятся в движение соответствующими валами 5 и 7. После двустадийного дозирования семена равномерно поступают из выгрузного окна 8 в сошник и затем в борозду.

Работа шнекового высевающего аппарата начинается с загрузки семян в бункер 1. Приводной вал 5 приводит в действие дозирующую катушку 4, обеспечивая подачу семян к шнеку 6. Вращение шнека, осуществляемое валом 7, обеспечивает захват семенного материала и его транспортировку в горизонтальном направлении к выходному окну 8 однородным тонким слоем. Таким образом формируется сплошной и равномерный поток семян, направляемый в семяпровод [8].

Для обоснования параметров шнека следует определиться с типом его привода, профилем межвиткового пространства шнека, числом его заходов.

Для работы высевающего аппарата сеялки применяется схема привода от опорно-приводного колеса через передаточный механизм к рабочему органу [11, 12]. На рисунке 2 показана кинематическая схема привода от опорно-приводного колеса к рабочим органам высевающего аппарата с цепной передачей. Данная схема является предварительной и позволяет оценить требуемые передаточные отношения в цепной передаче.

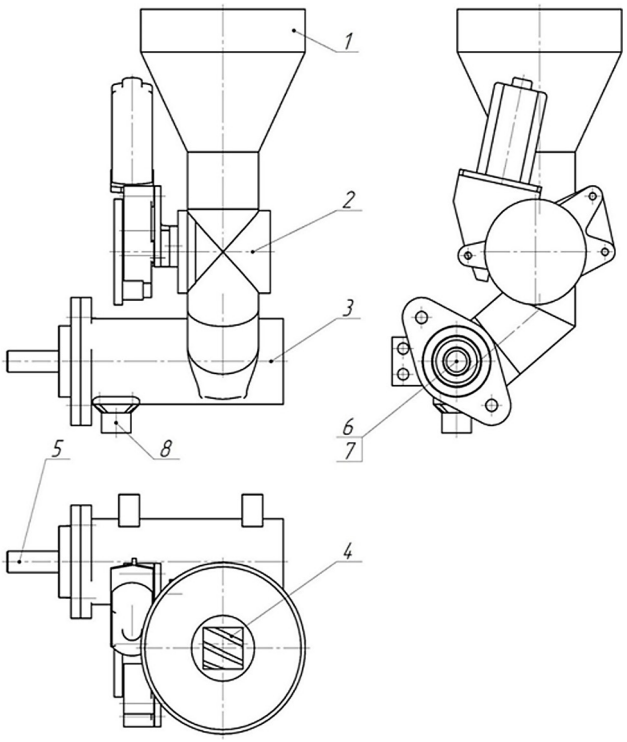

Рисунок 1 – **Конструкция разрабатываемого высевающего аппарата:** 1 – бункер для семян; 2 – корпус дозатора; 3 – корпус шнека высевающего аппарата; 4 – катушка дозатора; 5 – приводной вал катушки дозатора; 6 – шнек высевающего аппарата; 7 – приводной вал шнека высевающего аппарата; 8 – выходное окно

Согласно агротехническим требованиям, установлен шаг посадки семян моркови t_c = 40 мм = 0,04 м. Каждое семя должно падать за время прохода колеса, равному шагу посадки.

Определим угол поворота вала приводного колеса 1 и ведущей звездочки 2 на длине пути машинно-тракторного агрегата, равном t [7]:

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \frac{2t_c}{D_к} \quad (1)$$

где φ_1, φ_2 – углы поворота вала приводного колеса 1 и ведущей звездочки 2 соответственно, рад; $D_к$ – диаметр опорно-приводного колеса, м.

За опорно-приводное колесо принят опорный ролик посевной секции, который имеет диаметр $D_к$ = 0,34 м, тогда

$$\varphi_1 = \varphi_2 = 2 \cdot \frac{0{,}04}{0{,}34} = 0{,}234 \text{ рад.}$$

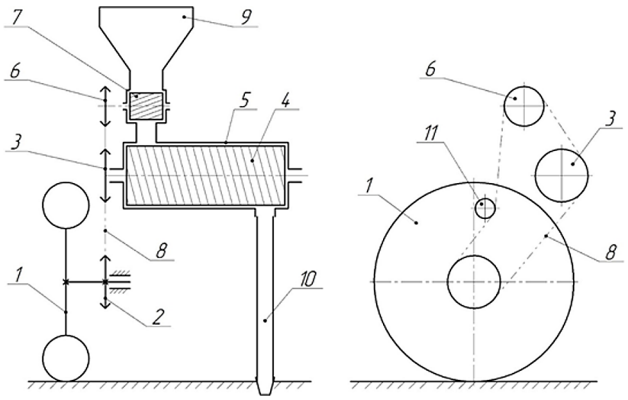

Рисунок 2 – **Кинематическая схема привода высевающего аппарата:**
1 – опорно-приводное колесо; 2 – звездочка ведущая; 3 – звездочка шнека; 4 – шнек; 5 – корпус шнека; 6 – звездочка катушки; 7 – катушка; 8 – цепь; 9 – бункер семенной; 10 – сошник

За это время звездочка 3 вместе со шнеком 4 должна совершить полный оборот, чтобы обеспечить подачу очередного семени в приемную трубу для высадки в борозду, согласно заданному шагу. Угол поворота шнека $\varphi_3 = \varphi_4 = 2\pi$ рад. Передаточное отношение от вала 2 к валу 3 равно:

$$U_{2-3} = \frac{\varphi_2}{\varphi_3} = \frac{0{,}234}{2 \cdot 3{,}14} = 0{,}0374\,. \qquad (2)$$

При таком передаточном отношении получаем угловую скорость и частоту вращения вала шнека 4 и звездочки 3:

$$\omega_3 = \omega_4 = \frac{\omega_2}{U_{2-3}} = \frac{6{,}53}{0{,}0374} = 174{,}6\ \frac{\text{рад}}{\text{с}}, \qquad (3)$$

$$n_3 = n_4 = \frac{n_2}{U_{2-3}} = \frac{62{,}4}{0{,}0374} = 1668\frac{\text{об}}{\text{мин}}. \qquad (4)$$

Такие значения угловых скоростей вращения шнека являются слишком большими для мобильной сельскохозяйственной техники. Потребуется точная обработка деталей, их тщательная балансировка. Существенно вырастут динамические нагрузки на детали и узлы и сами семена. Возрастет общая стоимость изготовления деталей. Был предложен вариант использования многозаходного шнека, скорость вращения которого будет пропорционально ниже. Для предлагаемого устройства шнекового дозатора высевающего аппарата возможно изготовление шнека с числом заходов $n_{зах}$ (рис. 3), размещенных равномерно на дуге окружности шнека:

$$n_{\text{зах}} = \frac{\pi D_{\text{ш}}}{p_t}, \qquad (5)$$

где $D_{\text{ш}}$ – внешний диаметр шнека, м; p_t – торцевой шаг размещения канавки на торцевой поверхности шнека, измеренный по окружности вершин шнека, м.

Шаг витков будет определяться шириной канавки t = 3 мм = 0,003 м и шириной гребня h между канавками. Если принять величину h = 2 мм = 0,002 м, тогда при диаметре шнека $D_{\text{ш}}$ = 0,05 м получаем число заходов:

$$n_{\text{зах}} = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}05}{0{,}003 + 0{,}002} = 31{,}4 \approx 31.$$

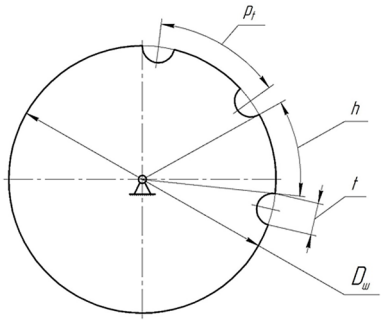

Рисунок 3 – **Схема к определению торцевого шага размещения витков шнека**

В такое количество раз можно снизить требуемую частоту вращения шнека для получения закономерного высева семян. Однако при таком числе заходов ход винта вдоль оси составит:

$$H = (t + h)n_{зах} = (0{,}003 + 0{,}002) \cdot 31 = 0{,}155\ м. \qquad (6)$$

Тогда угол подъема винтовой линии шнека составит:

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{\text{H}}{\pi D_{\text{ш}}}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{0{,}155}{3{,}14 \cdot 0{,}05}\right) = 44{,}62°. \qquad (7)$$

При таком большом угле подъема винтовой линии возможно нарушение условий для движения рабочего тела в шнеке, так как частицы начинают вращаться вместе со шнеком вокруг его оси. Выявим условия для гарантированного движения семян вдоль оси шнека и при каком числе заходов это возможно.

Рассмотрим силы, действующие на семя, находящиеся в межвитковом пространстве шнека (в нижней его части) – см. рисунок 4.

Семя показано в разрезе в виде сферической частицы для получения общих и универсальных закономерностей, не зависящих от формы отдельных семян.

Так как движение семени происходит с постоянной скоростью, то можно записать уравнения статики в проекциях на оси выбранной системы координат:

$$\begin{cases} \sum F_x = 0; \quad N_B \cos\alpha \cos\beta - F_{тр1} \cos\gamma + F_{тр2} \sin\alpha, \\ \sum F_y = 0; \quad N_B \sin\alpha \cos\beta - F_{тр2} \cos\alpha - F_{тр1} \cos\gamma = 0, \\ \sum F_z = 0; \quad N_A - G - N_B \sin\beta = 0, \end{cases} \quad (8)$$

где α – угол винтовой линии шнека, β – угол расположения линии действия реакции N_B к оси X; γ – угол расположения линии действия результирующей силы трения $F_{тр1}$ к оси OX; N_A, N_B – нормальные реакции, действующие на семя со стороны корпуса и шнека соответственно, H; G – сила тяжести семени, H.

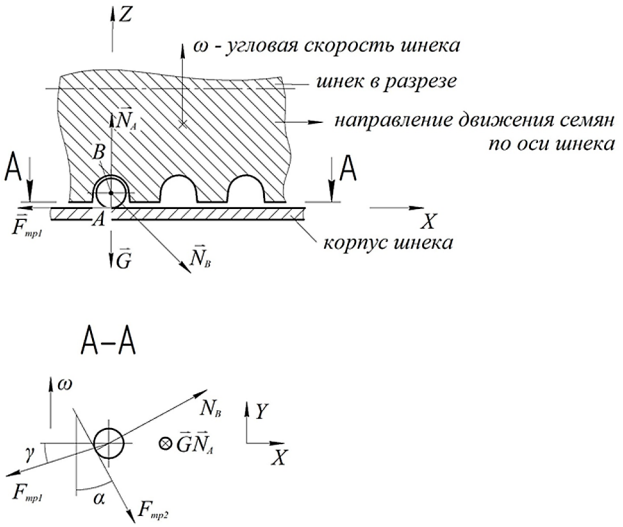

Рисунок 4 – **Схема сил, действующих на семя в межвитковом пространстве шнеком**

Учтем, что при движении семени относительно витков шнека и относительно корпуса наблюдается трение скольжения, поэтому уравнения системы (8) дополним выражениями для сил трения, выражающих закон Амонтона–Кулона:

$$F_{тр1} = f_1 N_A, \; F_{тр2} = f_2 N_B, \quad (9)$$

где f_1 и f_2 – коэффициенты трения скольжения между семенем и поверхностями корпуса и шнека соответственно.

Определим величину угла β, если зададимся геометрическими размерами поперечного сечения межвиткового пространства и размерами семени (рис. 5).

Пусть межвитковое пространство шнека в продольном (осевом) сечении представляет собой полуокружность радиуса $r_ш$ =1,5 мм = 0,0015 м. Поперечное сечение семени имеет форму круга с радиусом $r_с$ = 0,9 мм = 0,0009 м. Между поверхностью и шнеком существует гарантированный зазор e = 0,2 мм = $2 \cdot 10^{-4}$ м, центр окружности впадины витка смещен относительно поверхности вершин на расстояние i = 0,3 мм = $3 \cdot 10^{-4}$ м.

В точке K происходит соприкосновение семени с поверхностью витка шнека, следовательно, они имеют общую нормаль, проходящую через центры O и O_1, как показано на рисунке 5.

Точка K контакта принадлежит и дуге окружности радиусом $r_ш$, и дуге окружности радиуса $r_с$. Введем декартовую систему координат Oxy, где O – центр дуги окружности радиуса $r_ш$.

Определим координаты точки касания K дуг окружностей:

$$\begin{cases} X_K = Xo_1 - r_c \cos\beta = r_ш \cos\beta, \\ Y_K = Yo_1 + r_c \sin\beta = r_ш \sin\beta, \end{cases} \quad (10)$$

при этом

$$Yo_1 = r_c - e - i. \quad (11)$$

С учетом формулы (11) выразим из последнего уравнения системы (10) искомый угол :

$$\beta = \sin^{-1}\left(\frac{r_c - e - i}{r_ш - r_c}\right). \quad (12)$$

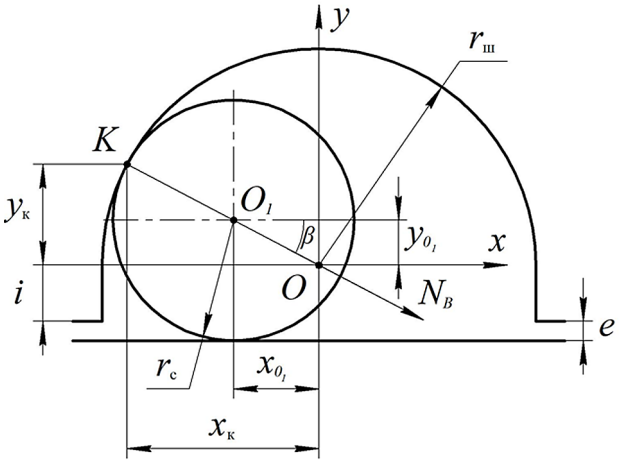

Рисунок 5 – **Размеры межвиткового пространства шнека и расположение семени в нем**

Получаем значение угла β при используемых данных.

$$\beta = \sin^{-1}\left(\frac{0{,}9 - 0{,}2 - 0{,}3}{1{,}5 - 0{,}9}\right) = 41{,}81°.$$

При заданных размерах угол β не превышает 45…50°, поэтому можно считать, что выбранные величины радиуса профиля канавки шнека и размера, равных $r_ш$ = 1,5 мм, i = 0,3 мм, являются рациональными, так как не происходит заклинивания семян между шнеком и корпусом.

Проводим анализ системы уравнений (8) с учетом выражения (9). Можно обратить внимание, что движение семени вдоль оси X (рис. 4) возможно, только если угол наклона α винтовой линии меньше угла трения для пары трения семя–материал витка [3]. В противном случае семя будет смещаться в направлении оси Y и не сможет двигаться вдоль оси шнека. По нашим исследованиям, угол трения ρ = 28,38° (25,5°), тогда можно принять, что устойчивое движение вдоль оси X возможно при α < ρ.

Оценим возможное количество заходов витков шнека, примем для удобства α ≤ 20°, тогда ход витков рассчитывается по формуле:

$$H = \pi D_{ш} \cdot \tan \alpha = 3{,}14 \cdot 0{,}05 \cdot \tan 20° = 0{,}0572 \text{ м}. \quad (13)$$

Число заходов:

$$n_{зах} = \frac{H}{t + h} = \frac{0{,}0572}{0{,}003 + 0{,}002} = 11{,}4. \quad (14)$$

Нас устраивает число заходов $n_{зах}$ = [6…10].

Определим величину хода для этих вариантов, результаты сведем в таблицу 1.

Таблица 1 – **Данные хода витков при определенном количестве заходов**

$n_{зах}$	6	7	8	9	10
H, м	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
α, град	10,81	12,56	14,28	15,99	17,66

При $n_{зах}$ = 10 получаем, что угловую скорость шнека можно уменьшить в 10 раз.

Тогда передаточное отношение между опорно-приводным колесом и катушкой будет равно:

$$U_{2\text{-}3} = 0{,}0374 \cdot 10 = 0{,}374.$$

Угловая скорость вала шнека составит величину:

$$\omega_3 = \omega_4 \frac{\omega_2}{U_{2-3}} = \frac{6{,}53}{0{,}374} = 19{,}6 \ldots 17{,}6 \ \frac{\text{рад}}{\text{с}},$$

$$n_3 = n_4 = \frac{n_2}{U_{2-3}} = \frac{62{,}4}{0{,}374} = 187 \ldots 168{,}5 \ \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Это передаточное отношение можно обеспечить одной передачей, при $n_{зах}$ = 10, с числами зубьев звездочек $Z_2 = 35$ и $Z_3 = Z_2 \cdot U_{2\text{-}3} = 35 \cdot 0{,}374 = 13$.

Окончательно принимаем решение об использовании шнека с числом заходов $n_{зах}$ = 10.

Выводы. Предложена конструкция высевающего аппарата, совмещающая в себе последовательную работу катушечного устройства с винтовыми желобками и шнекового устройства. Их совместная работа обеспечит более равномерный выход семян и полное соответствие агротехнологическим требованиям на точность шага посадки.

В результате исследовательской работы была обоснована кинематическая схема привода шнека через цепную передачу от опорно-приводного колеса с передаточным отношением U = 0,374 (мультипликаторная передача) при числе зубьев приводной звездочки Z_2 = 35 и ведомой звездочки Z_3 = 13. Для ограничения частоты вращения шнека была предложена схема с несколькими заходами винтовой линии. Из условия работоспособности шнека установлено, что угол подъема винтовой линии шнека не должен превышать угол трения ρ = 28,38°, тогда число заходов шнека не должно быть более 11. Мы приняли число заходов $n_{зах}$ = 10 при угле подъема винтовой линии α = 17,66°. Частота вращения шнека составила $n_з$ = 168,5 об/мин при скорости движения МТА 4 км/ч, что не превышает угол трения и способствует нормальному движению семечка вдоль оси шнека.

Форма профиля межвиткового пространства шнека имеет размеры: радиус профиля канавки шнека $r_ш$ = 1,5 мм и размера i = 0,3 мм являются рациональными, так как не происходит заклинивание семян между шнеком и корпусом.

Список источников

1. Высевающий аппарат для мелкосеменных овощных культур / И. А. Дерюшев [и др.] // Сельский механизатор. 2023. № 5. С. 8-9.

2. Использование комбинированных агрегатов для посева овощей / И. А. Дерюшев [и др.] // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф. 16-17 декабря 2021 г. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. С. 54-58.

3. Исследование коэффициента трения при движении семян моркови / И. А. Дерюшев [и др.] // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной памяти д-ра техн. наук, проф. Л. М. Максимова, Ижевск, 14–15 дек. 2022 г. Ижевск: УдГАУ, 2022. С. 225-229.

4. Крючин Н. П., Крючин П. В. Разработка высевающего аппарата для высева семян с различными физико-механическими свойствами // Известия Самарской ГСХА. 2010. Вып. 3. С. 42-45.

5. Ларюшин Н. П., Бычков И. В. Конструкция высевающего аппарата для высева семян мелкосеменных культур // Нива Поволжья. 2012. № 2 (23). С. 56-59.

6. Ларюшин Н. П., Сурков И. А. Теоретические исследования технологического процесса работы высе-

вающего аппарата с измененной формой профиля желобка секционной катушки // Нива Поволжья. 2024. № 3(71).

7. Ларюшин Н. П., Шуков А. В., Калабушев А. Н. Разработка новых рабочих органов посевных машин. Теория, конструкция, расчет. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. 168 с.

8. Патент на полезную модель № 224291 U1 Российская Федерация, МПК A01C 15/00. Шнековый высевающий аппарат: № 2023127748: заявл. 27.10.2023: опубл. 20.03.2024 / И. А. Дерюшев [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ.

9. Патентный поиск шнековых высевающих аппаратов при возделывании мелкосеменных культур / Р. А. Ростовцев [и др.] // Студенческая наука к юбилею вуза: сб. науч. тр. по материалам 50-й науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых, Тверь, 15–17 марта 2022 г. Тверь: Тверская ГСХА, 2022. С. 317-320.

10. Рубацкий В. Е., Кирос К. Ф., Саймон Ф. В. Морковь и другие овощные культуры семейства зонтичных. Москва: КМК, 2007. 351 с.

11. Технологический процесс работы шнекового высевающего аппарата / И. В. Цуркан [и др.] // Развитие научно-инновационного потенциала аграрного производства: проблемы, тенденции, пути решения: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., Тверь, 25 окт. 2022 г. Тверь: Тверская ГСХА, 2022. С. 298-300.

12. Цуркан, И. В., Кудрявцев А. В., Голубев В. В. Анализ конструкций шнековых высевающих аппаратов для селекционных сеялок // Образование, инновации, цифровизация: взгляд регионов: сб. науч. тр. по материалам Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. Тверь, 2022. С. 363-365.

13. Шляхно, Е. А. Разработка шнекового высевающего аппарата для мелкосемянных культур // Материалы 63-й студ. науч.-практ. конф. инж. ф-та ФГБОУ ВО Самарская ГСХА: сб. материалов, Кинель, 30–31 мая 2018 г. Кинель: Самарская ГСХА, 2018. С. 67-71.

References

1. Vy`sevayushhij apparat dlya melkosemenny`x ovoshhny`x kul`tur / I. A. Deryushev [i dr.] // Sel`skij mexanizator. 2023. № 5. S. 8-9.

2. Ispol`zovanie kombinirovanny`x agregatov dlya poseva ovoshhej / I. A. Deryushev [i dr.] // Razvitie proizvodstva i rol` agroinzhenernoj nauki v sovremennom mire: materialy` Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. 16-17 dekabrya 2021 g. Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSXA, 2021. S. 54-58.

3. Issledovanie koe`fficienta treniya pri dvizhenii semyan morkovi / I. A. Deryushev [i dr.] // Innovacionnoe razvitie sovremennogo agropromy`shlennogo kompleksa Rossii: materialy` Nacz. nauch.-prakt. konf., posvyashhennoj pamyati d-ra texn. nauk, prof. L. M. Maksimova, Izhevsk, 14–15 dek. 2022 g. Izhevsk: UdGAU, 2022. S. 225-229.

4. Kryuchin N. P., Kryuchin P. V. Razrabotka vy`sevayushhego apparata dlya vy`seva semyan s razlichny`mi fiziko-mexanicheskimi svojstvami // Izvestiya Samarskoj GSXA. 2010. Vy`p. 3. S. 42-45.

5. Laryushin N. P., By`chkov I. V. Konstrukciya vy`sevayushhego apparata dlya vy`seva semyan melkosemenny`x kul`tur // Niva Povolzh`ya. 2012. № 2 (23). S. 56-59.

6. Laryushin N. P., Surkov I. A. Teoreticheskie issledovaniya texnologicheskogo processa raboty` vy`sevayushhego apparata s izmenennoj formoj profilya zhelobka sekcionnoj katushki // Niva Povolzh`ya. 2024. № 3(71).

7. Laryushin N. P., Shukov A. V., Kalabushev A. N. Razrabotka novy`x rabochix organov posevny`x mashin. Teoriya, konstrukciya, raschet. Penza: Penzenskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet, 2023. 168 s.

8. Patent na poleznuyu model` № 224291 U1 Rossijskaya Federaciya, MPK A01C 15/00. Shnekovy`j vy`sevayushhij apparat: № 2023127748: zayavl. 27.10.2023: opubl. 20.03.2024 / I. A. Deryushev [i dr.]; zayavitel` FGBOU VO Udmurtskij GAU.

9. Patentny`j poisk shnekovy`x vy`sevayushhix apparatov pri vozdely`vanii melkosemenny`x kul`tur / R. A. Rostovcev [i dr.] // Studencheskaya nauka k yubileyu vuza: sb. nauch. tr. po materialam 50-j nauch.-prakt. konf. studentov i molody`x ucheny`x, Tver`, 15–17 marta 2022 g. Tver`: Tverskaya GSXA, 2022. S. 317-320.

10. Rubaczkij V. E., Kiros K. F., Sajmon F. V. Morkov` i drugie ovoshhny`e kul`tury` semejstva zontichny`x. Moskva: KMK, 2007. 351 s.

11. Texnologicheskij process raboty` shnekovogo vy`sevayushhego apparata / I. V. Czurkan [i dr.] // Razvitie nauchno-innovacionnogo potenciala agrarnogo proizvodstva: problemy`, tendencii, puti resheniya: sb. nauch. tr. po materialam Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Tver`, 25 okt. 2022 g. Tver`: Tverskaya GSXA, 2022. S. 298-300.

12. Czurkan, I. V., Kudryavcev A. V., Golubev V. V. Analiz konstrukcij shnekovy`x vy`sevayushhix apparatov dlya selekcionny`x seyalok // Obrazovanie, innovacii, cifrovizaciya: vzglyad regionov: sb. nauch. tr. po materialam Vseros. (nacz.) nauch.-prakt. konf. Tver`, 2022. S. 363-365.

13. Shlyaxno, E. A. Razrabotka shnekovogo vy`sevayushhego apparata dlya melkosemyanny`x kul`tur // Materialy` 63-j stud. nauch.-prakt. konf. inzh. f-ta FGBOU VO Samarskaya GSXA: sb. materialov, Kinel`, 30–31 maya 2018 g. Kinel`: Samarskaya GSXA, 2018. S. 67-71.

Сведения об авторах:

И. А. Дерюшев✉, кандидат технических наук, доцент, https://orcid.org/0009-0009-7919-8315;

А. Г. Иванов, кандидат технических наук, доцент, https://orcid.org/0000-0001-7111-7642;

А. В. Костин, кандидат технических наук, доцент,
https://orcid.org/0000-0002-0589-3448;
М. А. Савельева, аспирант
Удмуртский ГАУ, 426069, Россия, Ижевск, ул. Студенческая, 9
deryshev_ivan@mail.ru

Original article

JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF THE SEEDING AUGER FOR A CARROT SEED DRILL

Ivan A. Deryushev✉, Alexey G. Ivanov, Alexandr V. Kostin, Mariya A. Savelieva
Udmurt State Agricultural University, Izhevsk, Russia
deryshev_ivan@mail.ru

Abstract. *Sowing carrot seeds involves placing seeds at a certain depth in the soil at a given planting step. To solve the problems, it is necessary to increase the degree of mechanization, which leads to even sowing at the right time, within agrotechnical terms and with minimal costs. An important condition is compliance with the seeding rate and planting requirements, which contributes to the optimal density of plants in the future. This is ensured by the seeding unit of the drill. This problem is especially relevant when sowing seeds of small-seeded crops, which include carrots. The paper focuses on the uniformity of seed dosing by the seeding unit when sowing carrots. For this purpose, a two-stage dosing system is proposed, consisting of a reel and auger dispenser. This system is implemented in the design of the seeding unit developed by the authors' team. It has a simple and compact design containing a seed hopper, in the lower part of which a dosing reel is located. After the reel unit, the seeds are evenly fed into the auger dispenser, which moves them to the unloading window in the body. Then the seeds go through the seed pipe to the coulters. There is also an outlet window in the body, from which the seeds are fed into the seed pipe. The substantiation of the parameters of the profile and the dimensions of the inter-turn space of the auger, ensuring the regular placement of one seed in the turn, is given. The number of auger turns* $n_{turns} = 10$ *was selected, and the relationship between the speed of the machine-tractor unit of 4 km/h and the rotational speed of the auger* $n_з = 168.5$ *rpm was substantiated.*

Key words: *small-seeded crops, carrots, seeds, sowing device, auger, rotation frequency.*

For citation: *Deryushev I. A., Ivanov A. G., Kostin A. V., Savelieva M. A. Justification of the parameters of the seeding auger for a carrot seed drill. The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy.2025; 3 (83): 144-150. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2025_3_144-150.*

Authors:

I. A. Deryushev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
https://orcid.org/0009-0009-7919-8315;
A. G. Ivanov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
https://orcid.org/0000-0001-7111-7642;
A. V. Kostin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
https://orcid.org/0000-0002-0589-3448;
M. A. Savelyeva, Postgraduate student
Udmurt State Agricultural University, 9 Studencheskaya St., Izhevsk, Russia, 426069
deryshev_ivan@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interests: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 14.07.2025; одобрена после рецензирования 25.07.2025;
принята к публикации 04.09.2025.
The article was submitted 14.07.2025; approved after reviewing 25.07.2025; accepted for publication 04.09.2025.