

DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2019.2.08
УДК 630.232.3

Обоснование конструктивно-технологической схемы сеялки для посева крупноплодных семян

И. В. Казаков

Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, заведующий отделом механизации лесохозяйственных работ и стандартизации, кандидат технических наук, Пушкино, Московская обл., Российская Федерация

Обоснована конструктивно-технологическая схема сеялки для посева крупноплодных семян с равномерным распределением в посевной бороздке. Предложены аналитические зависимости для определения режимов ее работы: скорости цепи высевающего аппарата, шага расстановки ячеек, рационального передаточного отношения привода от опорно-приводного колеса к валу высевающего аппарата. Полученные аналитические зависимости рекомендуется использовать при разработке сеялок для посева крупноплодных семян и обоснования их параметров.

Ключевые слова: *высевающий аппарат, сеялка, желуди, сеянцы, шаг посева, лесной питомник.*

Для ссылок: <http://dx.doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2019.2.08>

Казаков, И. В. **Обоснование конструктивно-технологической схемы сеялки для посева крупноплодных семян** [Электронный ресурс] / И. В. Казаков // Лесхоз. информ. : электрон. сетевой журн. – 2019. – № 2. – С. 89–96.
URL: <http://lhi.vniilm.ru/>

Современные сеялки для посева крупноплодных семян в лесных питомниках не могут осуществлять поштучный высев желудей с равномерным размещением в посевной строке и не обеспечивают нормативный выход стандартных сеянцев дуба с единицы площади [1, 2]. Сельскохозяйственные сеялки для высева лука-севка не приспособлены для работы в лесных питомниках и не в полной мере отвечают требованиям посева желудей при выращивании посадочного материала дуба [3–5]. В связи с этим выбор и обоснование конструктивно-технологической схемы сеялки для посева крупноплодных семян в лесных питомниках представляет научный и практический интерес для лесного хозяйства [6–8].

Согласно конструктивным схемам существующих лесных сеялок, разрабатываемая сеялка для посева крупноплодных семян должна включать: семенной бункер – 1, высевающий аппарат – 2, семяпровод – 3, сошник – 4, загортачи – 5 и прикатывающие катки – 6 (рис. 1).

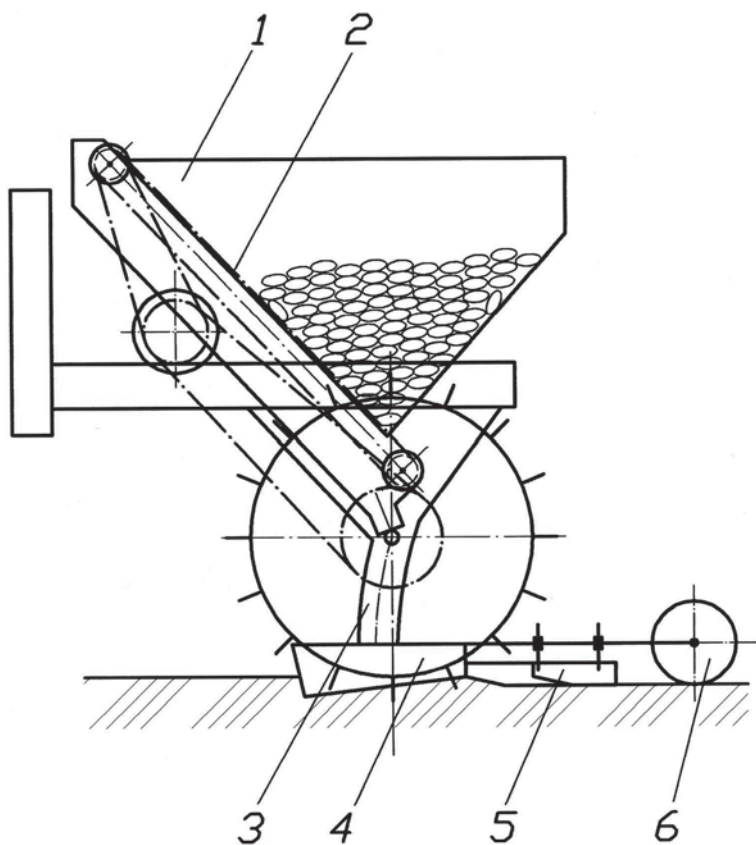


Рис. 1. Принципиальная схема сеялки для посева крупноплодных семян

Семенной бункер 1 должен иметь коробчатую форму с вертикальными боковыми стенками и наклонными передней и задней стенками под углом не менее угла естественного откоса желудей, а его объем должен быть достаточным для обеспечения семенами при работе на посевной ленте длиной не менее 100 м.

Высевающий аппарат 2, с учетом анализа существующих устройств, предлагается выполнить в виде цепи с закрепленными на ней ячейками для захвата желудей из бункера и подачи их в семяпровод. Цепь целесообразно установить на передней стенке семенного бункера. С целью поштучного захвата различных по размерам желудей, ячейки должны иметь устройство для регулирования их размера. Для обеспечения общепринятой в лесных питомниках 5-строчной схемы посева на сеялке необходимо установить 5 высевающих аппаратов. Привод высевающих аппаратов должен осуществляться от опорно-приводных колес с помощью цепной передачи и набора сменных звездочек. Норму высева семян рекомендуется регулировать путем изменения скорости движения высевающих аппаратов [9, 10].

Для равномерной подачи семян в посевную бороздку семяпровод 3 должен иметь форму и размеры, соответствующие траектории движения желудей, исключая их соударение об его стенки, причем нижняя часть семяпровода должна располагаться в непосредственной близости от дна посевной бороздки. Сошник 4 должен обеспечивать ширину бороздки в пределах 6–8 см и глубину около 4–7 см.

Загортачи 5, предназначенные для заделки желудей почвой, следует выполнить в виде отвалов и расположить непосредственно на механизмах подвески прикатывающего катка.

С целью обеспечения необходимой плотности почвы в зоне заделки желудей и исключения возможного их травмирования, механизм подвески прикатывающих катков 6 должен включать пружину с регулируемым усилием ее поджатия.

Для стабильной глубины хода сошников впереди них необходимо установить выравниватель поверхности посевной ленты, подобный аналогичным известным конструкциям.

Так в общем виде должна выглядеть конструктивно-технологическая схема сеялки для посева крупноплодных семян.

Технологический процесс работы сеялки заключается в следующем. При поступательном движении агрегата выравниватель осуществляет дополнительную планировку поверхности посевной ленты, а опорно-приводные колеса с помощью цепных передач обеспечивают привод высевальных аппаратов 2. При этом ячейки захватывают желуди из бункера 1 и по семяпроводу 3 направляют их в посевную бороздку, образуемую сошником 4. Загортачи 5 сдвигают с боков бороздки почву и засыпают желуди. Прикатывающий каток 6 уплотняет почву на всей ленте, обеспечивая необходимую плотность в зоне заделки семян.

Важным элементом конструкции сеялки является шаг расстановки ячеек высевального аппарата и передаточное отношение привода, от которых зависит норма посева желудей. Поступательная скорость движения агрегата ($V_{мп}$) и диаметр опорно-приводного колеса (D_k) также оказывают влияние на норму посева семян. На рис. 2 представлена кинематическая схема привода высевального аппарата сеялки от опорно-приводных колес через цепную передачу, где l_R – шаг расстановки ячеек высевального аппарата.

Поступательная скорость движения сеялки (V_c) равна скорости трактора: $V_c = V_{мп}$.

Окружную скорость опорно-приводного колеса ($V_{окр}$) с учетом коэффициента скольжения (S) рассчитывают по формуле:

$$V_{окр} = V_c(1 - S). \quad (1)$$

Скорость движения цепи высевального аппарата ($V_{ц}$), на котором расположены ячейки для забора желудей, определяется следующим образом [5]:

$$V_{ц} = \frac{\pi \cdot n \cdot l_{ц}}{60 \sin \frac{180^\circ}{Z}} \quad (2)$$

где:

n – частота вращения вала высевального аппарата;

$l_{ц}$ – шаг цепи высевального аппарата;

Z – число зубьев звездочки привода высевального аппарата.

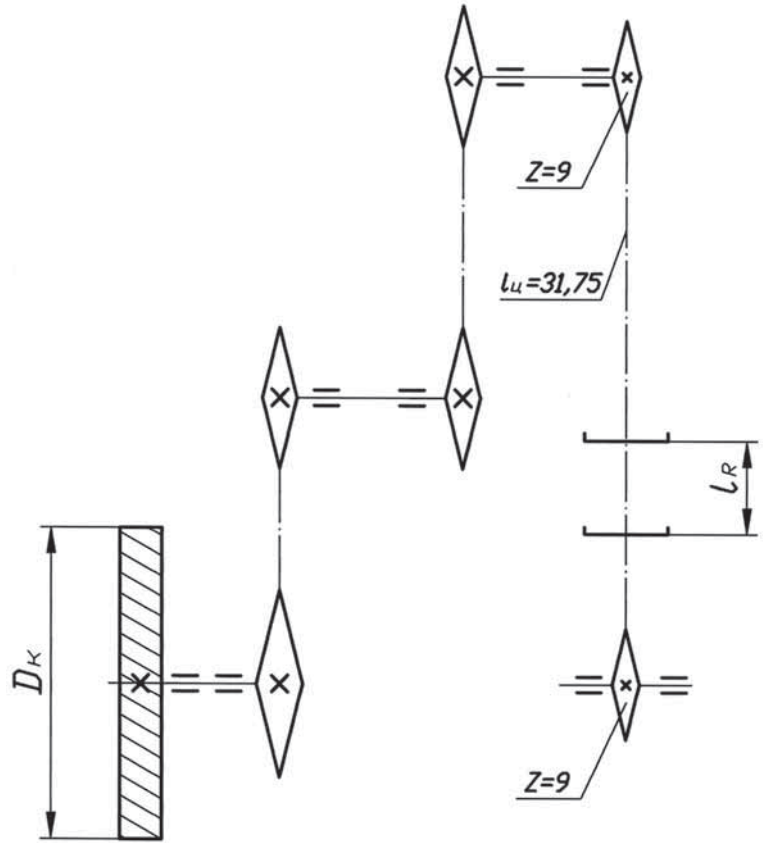


Рис. 2. Кинематическая схема привода высевального аппарата сеялки для крупноплодных семян

Между скоростью движения цепи высевального аппарата и поступательной скоростью сеялки существует соотношение:

$$V_{ц} = kV_{мп} = kV_c, \quad (3)$$

где k – кинематический параметр, величину которого можно рассчитать на основании приведенных ниже положений.

Рациональная кинематика механизма высевального аппарата обеспечивает поштучно-равномерный посев желудей, с минимальным отклонением расстояния между ними в посевной бороздке [5, 7].

Интервал времени между последовательно высеваемыми желудями (t) составит:

$$t = \frac{l_{ж}}{V_{мп}} = \frac{l_{ж}}{V_c}, \quad (4)$$

где $l_{ж}$ – принятый шаг размещения желудей в посевной бороздке.

При изменении скорости движения сеялки (V_c) интервал времени (t) будет изменяться. Так, при увеличении скорости трактора ($V_{тр}$) интервал времени посева (t) уменьшается, однако при этом шаг размещения желудей ($l_{ж}$) сохраняется. То есть шаг посева желудей составит:

$$l_{ж} = V_{тр} \cdot t. \quad (5)$$

Интервал времени между двумя последовательными подачами желудей высевальным аппаратом (t') составит:

$$t' = \frac{l_{я}}{V_{ц}}, \quad (6)$$

где $l_{я}$ – шаг расстановки ячеек на цепи высевального аппарата.

Условие минимального отклонения шага посева желудей $l_{ж}$: $t = t'$.

С учетом этого выражения формула (5) примет вид:

$$l_{ж} = V_{тр} \frac{l_{я}}{V_{ц}} = V_{тр} \frac{l_{я}}{V_{тр} \cdot K} = \frac{l_{я}}{K}.$$

Отсюда можно записать:

$$l_{я}^{рац} = K \cdot l_{ж}, \quad (7)$$

где $l_{я}^{рац}$ – рациональный шаг расстановки ячеек на цепи высевального аппарата.

Из формулы (6) и с учетом $t=t'$, получим:

$$l_{я} = t \cdot V_{ц}.$$

Формула (2) для определения скорости цепи высевального аппарата с учетом известных выражений [8, 11] примет окончательный вид:

$$V_{ц} = \frac{\pi \cdot l_{ц} \cdot 60 \cdot V_{тр} (1-S)}{I_o \cdot \pi \cdot D_k \cdot \sin \frac{180^\circ}{Z}}, \quad (8)$$

где I_o – общее передаточное отношение привода от опорно-приводного колеса к валу цепи высевального аппарата.

Скорость цепи высевального аппарата с учетом поступательной скорости трактора, почвенных условий и конструктивных параметров механизма привода примет вид:

$$V_{ц} = \frac{V_{тр} (1-S) \cdot l_{ц}}{I_o \cdot D_k \cdot \sin \frac{180^\circ}{Z}}, \quad (9)$$

Кинематический параметр k будет равен:

$$k = \frac{l_{ц} (1-S)}{I_o \cdot D_k} \cdot \operatorname{cosec} \frac{180^\circ}{Z}. \quad (10)$$

Рациональный шаг расстановки ячеек определим по формуле:

$$l_{я}^{рац} = \frac{l_{ж} \cdot l_{ц} (1-S)}{I_o \cdot D_k} \cdot \operatorname{cosec} \frac{180^\circ}{Z}. \quad (11)$$

Так как скорость цепи высевального аппарата пропорциональна поступательной скорости агрегата, то рациональный шаг расстановки ячеек от нее не зависит. Это обстоятельство важно для практических расчетов, так как позволяет определить рациональное передаточное отношение привода от опорно-приводного колеса к валу высевального аппарата для различных скоростей агрегата:

$$I_o^{рац} = \frac{l_{ж} \cdot l_{ц} (1-S)}{D_k \cdot l_{я}} \cdot \operatorname{cosec} \frac{180^\circ}{Z}. \quad (12)$$

Как видно из формулы (12), рациональное передаточное отношение привода $I_o^{рац}$ не зависит от скорости трактора $V_{тр}$, определить этот параметр можно при проектировании привода сеялок для посева крупноплодных семян.

Таким образом, обоснована конструктивно-технологическая схема сеялки для посева крупноплодных семян с равномерным их распределением в посевной бороздке и предложены аналитические зависимости для определения режимов ее работы: скорости цепи высевального аппарата, шага расстановки ячеек, рационального передаточного отношения привода от

опорно-приводного колеса к валу высевающего аппарата. Полученные аналитические зависимости рекомендуется использовать при

разработке сеялок для посева крупноплодных семян и обосновании их параметров и режимов работы.

Список использованных источников

1. Баранов, А. И. Исследование бороздообразующих и заделывающих рабочих органов сеялок для лесных питомников / А. И. Баранов, Ю. И. Полупарнев, Ф. В. Пошарников // Вопросы механизации лесохозяйственных работ: науч. тр. ВЛТИ. – Т. 32. – Вып. 1. – Воронеж : ВГУ, 1969. – 104 с.
2. Смирнов, Н. А. Выращивание посадочного материала для лесовосстановления / Н. А. Смирнов. – М. : Лесн. пром-сть, 1981. – 169 с.
3. Бузенков, Г. М. Машины для посева сельскохозяйственных культур : учеб. пособ. / Г. М. Бузенков. – М. : Машиностроение, 1976. – 272 с.
4. Кардашевский, С. В. Высевающие устройства посевных машин: Теоретические основы и модели исследования распределения семян / С. В. Кардашевский. – М. : Машиностроение, 1973. – 176 с.
5. Пошарников, Ф. В. Обоснование и расчет рабочих органов лесных сеялок: учеб. пособ. / Ф. В. Пошарников. – Воронеж : ВГУ, 1978. – 124 с.
6. Казаков, В. И. К обоснованию некоторых параметров сеялки для крупноплодных семян / В. И. Казаков, Л. Т. Свиридов, И. В. Казаков // Рациональное использование лесн. ресурсов: матер. межд. науч.-практ. конф. – Йошкар-Ола : МарГТУ, 1999. – С. 206–207.
7. Казаков, И. В. Кинематический анализ механизма высевающего аппарата сеялки для крупноплодных семян / ВГЛТА. – Воронеж, 1997. – 10 с. – Деп. в ВИНТИ 15.01.98, № 90-В98.
8. Казаков, И. В. Обоснование конструктивно-технологических параметров и разработка сеялки для крупноплодных семян / И. В. Казаков : дисс. ... канд. техн. наук. – Воронеж, 2000. – 193 с.
9. Пошарников, Ф. В. Перспективные технологии выращивания лесопосадочного материала / Ф. В. Пошарников, И. В. Казаков. – Воронеж : ВГЛТА, 2007. – 290 с.
10. Свиридов, Л. Т. Новая конструкция сеялки для крупноплодных семян / Л. Т. Свиридов, В. И. Казаков, И. В. Казаков // Науч.-техн. проблемы в развитии ресурсосберегающих технологий и оборудования лесн. комплекса: матер. междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж : ВГЛТА, 1998. – С. 83–84.
11. Добровольский, В. А. Детали машин / В. А. Добровольский, К. И. Заболонский, С. Л. Мак. – М. : МашГИЗ, 1960. – 588 с.

References

1. Baranov, A. I. Issledovanie borozdoobrazuyushchih i zadelyvayushchih rabochih organov seyalok dlya lesnyh pitomnikov / A. I. Baranov, Yu. I. Poluparnev, F. V. Posharnikov // Voprosy mekhanizacii lesohozyajstvennyh rabot: nauch. tr. VLTi. – T. 32. – Vyp. 1. – Voronezh : VGU, 1969. – 104 s.
2. Smirnov, N. A. Vyrashchivanie posadochnogo materiala dlya lesovostanovleniya / N. A. Smirnov. – M. : Lesn. prom-st', 1981. – 169 s.
3. Buzenkov, G. M. Mashiny dlya poseva sel'skohozyajstvennyh kul'tur : ucheb. posob. / G. M. Buzenkov. – M. : Mashinostroenie, 1976. – 272 s.
4. Kardashevskij, S. V. Vysevayushchie ustrojstva posevnyh mashin: Teoreticheskie osnovy i modeli issledovaniya raspredeleniya semyan / S. V. Kardashevskij. – M. : Mashinostroenie, 1973. – 176 s.
5. Posharnikov, F. V. Obosnovanie i raschet rabochih organov lesnyh seyalok : ucheb. posob. / F. V. Posharnikov. – Voronezh : VGU, 1978. – 124 s.
6. Kazakov, V. I. K obosnovaniyu nekotoryh parametrov seyalki dlya krupnoplodnyh semyan / V. I. Kazakov, L. T. Sviridov, I. V. Kazakov // Racional'noe ispol'zovanie lesn. resursov: mater. mezhd. nauch.-prakt. konf. – Joshkar-Ola : MarGTU, 1999. – S. 206–207.

7. Kazakov, I. V. Kinematicheskij analiz mekhanizma vysevyushchego apparata seyalki dlya krupnoplodnyh semyan / VGLTA. – Voronezh, 1997. – 10 s. – Dep. v VINITI 15.01.98, № 90-V98.
8. Kazakov, I. V. Obosnovanie konstruktivno-tekhnologicheskikh parametrov i razrabotka seyalki dlya krupnoplodnyh semyan / I. V. Kazakov : diss. ... kand. tekhn. nauk. – Voronezh, 2000. – 193 s.
9. Posharnikov, F. V. Perspektivnye tekhnologii vyrashchivaniya lesoposadochnogo materiala / F. V. Posharnikov, I. V. Kazakov. – Voronezh : VGLTA, 2007. – 290 s.
10. Sviridov, L. T. Novaya konstrukciya seyalki dlya krupnoplodnyh semyan / L. T. Sviridov, V. I. Kazakov, I. V. Kazakov // Nauch.-tekhn. problemy v razvitii resursoberegayushchih tekhnologij i oborudovaniya lesn. kompleksa: mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Voronezh : VGLTA, 1998. – S. 83–84.
11. Dobvol'skij, V. A. Detali mashin / V. A. Dobvol'skij, K. I. Zabolonskij, S. L. Mak. – M. : MashGIZ, 1960. – 588 s.

Verification of Seeder Construction Technological Design to Sow Large Fruit Seeds

I. Kazakov

Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Manager of Department for Mechanization of Silvicultural Operations and Standardization, Candidate of Technical Sciences, Pushkino, Moscow region, Russian Federation

Key words: *seed feeding unit, seeder, acorns, seedlings, speed, drive, spacing, nursery.*

Now days various seeders to sow acorns that don't ensure accurate large-sized seed sowing are applied in oak planting stock production in forest nurseries. It results in planting stock quality reduction and decrease of rated standard oak seedling output. Analysis of available seeder designs resulted in verification a principal seeder design for large fruit seeds consisting of key executive units: seed bin, seed feeding unit, seed tube, seed boot, seed coverer, support and drive wheels and packer wheels. A basically new seed feeding unit is proposed shaped as a chain with regulated volume cells. Such seed feeding unit design ensures acorn single-piece even sowing with regard to its size. It was found that sowing rate depends on seed feeding unit chain speed, number of cells and its spacing. Seed feeding unit drive kinematic analysis resulted in proposed relationships to estimate seed feeding unit chain speed, cell spacing, and gear ratio from support drive wheel to seed feeding wheel. The found analytical relationships are recommended for application in development of seeders to sow large fruit seeds.