

УДК 630.232.33

UDC 630.232.33

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВЫСЕВА  
КРУПНЫХ СЕМЯН ЛЕСНЫХ ПОРОД  
ЛЕСОПИТОМНИКОВОЙ СЕЯЛКОЙ**

**INCREASE OF SOWING QUALITY OF  
LARGE SEEDS OF FOREST SPECIES BY  
SYLVULA SEEDING MACHINE**

Пошарников Феликс Владимирович  
д.т.н., профессор  
*Воронежская государственная лесотехническая  
академия, Воронеж, Россия*

Posharnikov Felix Vladimirovich  
Dr.Sci.Tech., professor  
*Voronezh State Academy of Forestry and  
Technologies, Voronezh, Russia*

В статье рассматривается исследование процесса высева крупных лесных семян и обоснование широкострочного способа посева с выбором оптимальных параметров работы сеялки

The article examines the process of large forest seeds sowing and adjustment of wide-gate way of sowing with the possibility of choice of sowing machine optimal working parameters

Ключевые слова: ВЫСЕВ, СЕЯЛКА, ВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ, НОРМА ВЫСЕВА, РАВНОМЕРНОСТЬ, ДВИЖЕНИЕ, СЕМЕНА, СТРОЧКА, ШИРИНА ОКНА, СКОРОСТЬ

Keywords: SOWING, SOWING MACHINE, SOWING UNIT, SOWING RATE, UNIFORMITY, MOVEMENT, SEEDS, FURROW, WINDOW WIDTH, SPEED

Неистощительное лесопользование для такой многолесной державы, как наша страна, требует постоянного воспроизводства лесных ресурсов. Основные объемы лесовосстановительных работ выполняются за счет посадки сеянцами или саженцами, которые выращивают в лесных питомниках. Многие ценные породы леса имеют крупные семена. К ним относятся различные виды дуба, каштана, бука и др. Высевают в лесных питомниках и некоторые породы, в плодах которых содержатся относительно крупные косточки – это слива, абрикос, алыча, персик и др.

Среди высеваемых в питомниках семян особенно следует выделить семена дуба (жёлуди), поскольку дуб является наиболее ценной породой, древесина которого используется для изготовления дорогостоящей мебели, ответственных деталей в строительстве, в отделочных работах и даже в машиностроении. В связи с резким сокращением древостоев дуба весьма актуальным становится проблема воспроизводства дубрав, в том числе за счет выращиваемых в питомниках сеянцев. Также востребованы и другие породы, включая каштан, бук, плодовые породы с крупнокосточковыми

семенами. Высев этих семян выполняется теми же высевальными аппаратами, которые высевают желуди.

Выход и качество посадочного материала указанных пород в значительной степени зависит от равномерности распределения семян в посевных бороздках. При равномерном распределении семян каждому вырастающему сеянцу обеспечивается одинаковая площадь питания, что позволяет выращивать стандартный посадочный материал, при этом достигается экономия дорогостоящих лесных семян и снижается выбраковка сеянцев.

Однако используемые в лесных питомниках сеялки не обеспечивают должного качества высева семян, в том числе и крупных, по ряду причин. Во-первых, высевальные аппараты сеялок выбрасывают семена узкими потоками, что связано с применяемым способом регулирования норм высева путем изменения длины рабочей части катушки. Узкий поток семян не может равномерно распределиться по более широкой борозде. Семяпроводы также не могут выровнять узкий поток семян, что отрицательно сказывается на равномерности высеваемых семян по дну посевных бороздок. Поэтому возникла необходимость в проведении теоретических и экспериментальных исследований работы высевальных аппаратов и семяпроводов в направлении улучшения качества распределения семян.

Широкое распространение во многих конструкциях сеялок, в том числе, и питомниковых, получили катушечные аппараты, которые можно разделить на желобчатые, лопастные, штифтовые, скобковые и винтовые. Однако при высеве крупных лесных семян используют в основном катушечно-лопастные высевальные аппараты. Они используются практически во всех моделях универсальных сеялок для питомников (СЛ-4, СШ-4, СЛШ-4, СЛШ-8, ССЛН-1) и в большинстве конструкций сеялок

рационализаторов при высевах более крупных лесных семян (кедра, большинства косточковых, желудей, каштанов и т.д.). Конструкции их хорошо отработаны, унифицированы, и поэтому имеет смысл применить их в новой универсальной лесопитомниковой сеялке, предусмотрев возможность получения широкострочного посева.

Одним из главных показателей выращивания качественного посадочного материала является правильный выбор способа посева лесных семян в питомниках. В питомниках открытого грунта семена высевают в пределах посевной ленты, соответствующей проходу трактора (1,5 м).

Для лесных семян наибольшее распространение получили рядковые посевы. В этом случае на посевной ленте размещается несколько посевных рядков с определенными расстояниями между ними. Семена в пределах ширины рядка (определяется шириной бороздки) высеваются сплошной струей. Преимущество рядковых посевов заключается в том, что они позволяют применять механизированный уход, не исключая, в тоже время, применение гербицидов, но локально, внутри рядков, уменьшая использование ручного труда на прополку сорняков.

Важное значение имеет ширина посевной строчки. Обоснованный ее выбор (в сочетании с густотой посева) дает возможность создать условия, при которых будут выполняться требования в отношении максимизации энергии прорастания семени и лучшего протекания фотосинтетических процессов, способствующих созданию биомассы растений. От этого в значительной степени зависят выход и качество посадочного материала. С шириной строчки непосредственно связано получение каждым растением достаточной площади питания и максимального использования плодородия почвы. Последнее будет способствовать интенсивному корнеобразованию, которое в дальнейшем повлияет на приживаемость сеянцев в лесных культурах [1].

В результате проведенных исследований были определены значения ширины строчки, при которых достигаются наилучшие показатели по выходу и качеству сеянцев, а также и предельные значения ширины, при которых эффективность широкострочного посева снижается. Большинство исследователей пришли к выводу об эффективности посева, в строчки шириной 10...15см [2].

В строчках такой ширины увеличивается энергия прорастания, всходы появляются дружнее и раньше на 2...9 дней, групповая всхожесть повышается на 20 %; увеличивается площадь питания для каждого растения в 2...2,5 раза, повышается на 10...20 % сохранность сеянцев, и на столько же увеличивается выход сеянцев из 1 кг высеянных семян. Вследствие образования благоприятных факторов для прорастания семян и развития сеянцев выход посадочного материала увеличивается в 1,5...2 раза, при этом освобождается до 30 % полезной площади питомника [1]. Реализация механизированного способа посева в строки указанной ширины была осуществлена в предложенном нами новом способе посева [7].

При высеве крупных лесных семян используют воронкообразные семяпроводы конической формы, составные воронкообразные призматической формы и цельнокроенные. Воронкообразные семяпроводы применяются практически на всех лесных сеялках для посева средних и крупных семян. Используют их также для высева удобрений. Недостатком семяпроводов с коническими воронками является, как и у большинства других типов, концентрация семян возле оси посевной строки. Семяпроводы с призматическими воронками, примененные на сеялках СЛПМ и СПН-3, за счет наличия плоских поверхностей у воронок не концентрируют семена и могут даже несколько рассеивать их при наклонной установке [3].

Цельнокроенные семяпроводы в сеялках используют значительно реже, чем гибкие и составные, так как они не допускают перекосов. Достоинство их в простоте и надежности. При их использовании можно получить равномерное распределение семян в широких строчках, что позволяет рекомендовать их для лесопитомниковых сеялок. В основном цельнокроенные семяпроводы металлические, но для работы с агрессивными средами (удобрениями и семенами с удобрениями) в сельском хозяйстве применяют и пластмассовые [4].

Анализ применяемых семяпроводов и распределительных устройств позволяет сделать вывод, что при посеве семян лесных пород для равномерного распределения необходимы семяпроводы с плоскими стенками или распределители с отверстиями-ловушками. Предпочтительнее (из-за простоты изготовления) цельнокроенные семяпроводы. Они целесообразны и в тех случаях, когда высеваются семена нескольких типов, имеющие склонность к забиванию (крылатые и со средой стратификации). Однако для оценки эффективности использования применения тех или иных семяпроводов и распределителей необходимо проведение дополнительных исследований.

Траектории движения семян часто рассматривают при обосновании рабочих органов семяочистительных машин, сеялок, минеральных разбрасывателей и т.д. Применительно к процессу высева общим недостатком работ при рассмотрении траекторий движения семян, на наш взгляд, является то, что их математическое описание дается одинаковой зависимостью без учета постоянного изменения условий протекания процесса. Так, в частности, или не принимается в расчет сопротивление воздуха, или оно учитывается пропорционально первой степени скорости, или квадрату скорости. Распространяется выбранное допущение на все этапы процесса. Однако процесс перемещения семян при высеве не столь

однообразен и более правильно вести аналитические исследования последовательно с учетом меняющихся конкретных условий протекания процесса.

При теоретических исследованиях анализировался разброс семян при высеве катушечными аппаратами по величине отклонения траекторий падения семян. Рассмотрим процесс движения семян с момента их выброса из коробки высевающего аппарата (рис. 1). После того, как семена освобождаются от действия элементов вращающейся катушки и неподвижной коробки, они в начальной стадии движения, поскольку дно коробки в месте схода семян приподнято, перемещаются кверху, а затем движутся вниз (рис.1). Семя начинает перемещаться с начальной скоростью  $V_0$ , образующей с горизонтом угол  $\alpha_0$ . В процессе движения на семя действуют сила тяжести  $G_c=mg$  и сила сопротивления воздуха  $R_a$ . При рассмотрении движения семени можно принять различные условия, и в зависимости от этого описывать траекторию.

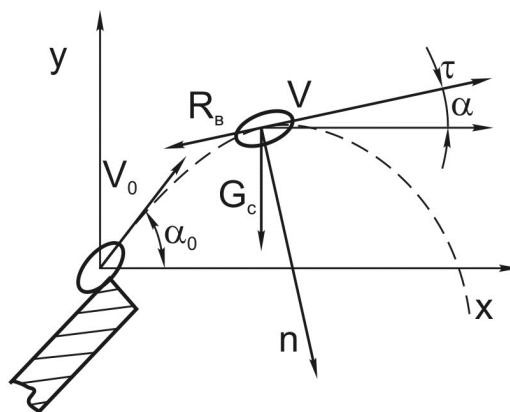


Рис. 1. - К анализу траекторий движения семян от коробки высевающего аппарата.

Если пренебрегать действием на семя воздуха, то для описания процесса движения можно использовать известные зависимости:

$$V_x = V_0 \cos \alpha_0; V_y = V_0 \sin \alpha_0 - gt; x = V_0 t \cos \alpha_0; y = V_0 t \sin \alpha_0 - \frac{gt^2}{2}, \quad (1)$$

где  $V_x$  и  $V_y$  – проекции скорости на оси и время перемещения семени.

Если учитывать действия воздуха, то при небольшой скорости перемещения семени, характерной для первой фазы ее движения, силу сопротивления воздуха  $R_a$  можно принимать пропорциональной скорости  $V$ . В этом случае можно составить уравнения движения семени в проекциях на оси и в виде

$$\left. \begin{aligned} m \frac{dV_x}{dt} &= -K_n m V_x, \\ m \frac{dV_y}{dt} &= -mg - K_n m V_y \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Здесь :  $m$  – масса семени;

$K_n$  – коэффициент парусности, характеризующий аэродинамические свойства семян.

Разделив переменные и сократив массу семени  $m$  после первого интегрирования первого уравнения системы уравнений (2), получаем выражение для определения  $V_x$  в виде

$$V_x = V_0 \cos a_0 e^{-K_n t}, \quad (3)$$

а после второго интегрирования – выражение для определения

$$x = \frac{V_0 \cos a_0}{K_n} (1 - e^{-K_n t}) \quad (4)$$

Проинтегрировав второе уравнение системы уравнений (2), приходим к выражению для определения  $V_y$ :

$$V_y = -\frac{1}{K_n} [g - (g + K_n V_0 \sin a_0) e^{-K_n t}] \quad (5)$$

Второе интегрирование дает возможность определить  $y$ :

$$y = \frac{1}{K_n} \left[ gt + (g + K_n V_0 \sin a_0) (e^{-K_n t} - 1) \right] \quad (6)$$

Схожие зависимости были получены А.Н. Семеновым в несколько более усложненном виде [5].

Зависимости (2)...(6) нужно применять в начальных фазах движения семян, когда скорости их перемещения еще не достигают больших значений и силу сопротивления воздуха можно считать пропорциональной скорости движения семени [6].

При большей скорости перемещения семени силу сопротивления воздуха необходимо считать пропорциональной квадрату скорости:

$$R_a = K_n \cdot m V^2$$

Движение семени в декоративных координатах в этом случае может быть представлено в виде системы уравнений

$$\left. \begin{aligned} m \frac{dV_x}{dt} &= -K_n m V^2 \cos a \\ m \frac{dV_y}{dt} &= -mg - K_n m V^2 \sin a \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Для интегрирования системы дифференциальных уравнений (7) выполним замену скорости  $V$  на ее проекции  $V_x$  (на ось  $x$ ) и  $V_y$  (на ось  $y$ ):

$$V = \frac{V_x}{\cos a}; \quad V = \frac{V_y}{\sin a}$$

Тогда систему уравнений (7) можно представить в виде

$$\left. \begin{aligned} m \frac{dV_x}{dt} &= -K_n m V^2 \operatorname{cosec} a \\ m \frac{dV_y}{dt} &= -mg - K_n m V^2 \sec a \end{aligned} \right\} \quad (8)$$



В представленном виде система двух уравнений не может быть решена, т.к. содержит три неизвестных:  $V_x$ ,  $V_y$  и  $\alpha$ . При небольших углах  $\alpha$  можно ввести допущение, что модуль проекции силы на ось  $x$  также пропорционален квадрату проекции скорости и исключить тем самым  $\alpha$ . В этом случае первое дифференциальное уравнение системы (8) представляется как

$$m \frac{dV_x}{dt} = -K_n V_x^2 \quad (9)$$

Разделив переменные после первого интегрирования, получим

$$\frac{-1}{V_x} = -K_n t + C_1,$$

откуда, определив из начальных условий при  $t=0$ ,  $V_x = V_0 \cos \alpha$  значение

$$C_1 = \frac{1}{V_0 \cos \alpha},$$

найдем

$$V_x = \frac{V_0 \cos \alpha}{K_n V_0 \cos \alpha t + 1} \quad (10)$$

После второго интегрирования получаем

$$x = \frac{1}{K_n} \ln(1 + K_n V_0 \cos \alpha t) + C_2$$

Из начальных условий при  $t=0$ ,  $x=0$  и  $C_2=0$ . Поэтому

$$x = \frac{1}{K_n} \ln(1 + K_n V_0 \cos \alpha t) \quad (11)$$

Основываясь на аналогичных допущениях, А.Ф. Петуниным и Б.П. Ивановым были выведены уравнения движения семян в параметрической форме в проекции на  $x$  и  $y$  для определения точки контакта семени в семяпроводе [4].

$$x = \frac{v_{кр}^2}{g} \ln \left( \frac{g v_0 t}{v_{кр}} + 1 \right); \tag{12}$$

$$y = \frac{v_{кр}^2}{g} \ln \left| \frac{1 + \left( \frac{v_{кр} + v_{x0}}{v_{кр} - v_{y0}} \right) e^{\frac{2gt}{v_{кр}}}}{1 + \frac{v_{кр} + v_{x0}}{v_{кр} - v_{y0}}} \right| - v_{кр} t$$

где  $v_{кр}$  – критическая скорость семени, м/с;

$v_{x0}, v_{y0}$  – проекции скорости семени на оси  $x$  и  $y$  при  $t=0$ .

Проведенные лабораторные исследования семяпроводов с плоскими поверхностями при высеве семян на помещенную на подвижной ленте стенда почву показали, что семена достаточно равномерно распределяются по всей ширине посевной строки.

Семяпроводы с плоскими наклонными поверхностями были апробированы в полевых условиях при производстве посевов крупных лесных семян (дуба и каштана) универсальной лесопитомниковой сеялкой. Статистические показатели равномерности распределения крупных семян свидетельствуют об удовлетворительном качестве работы семяпроводов (таблица 1).

Таблица 1

Показатели равномерности распределения при высеве крупных семян с использованием семяпроводов с плоскими поверхностями

Порода	Статистические показатели				
	$m_{cp}$ , шт.	$\pm d$ , шт.	$V$ , %	$\pm m$ , шт.	$P$ , %
Каштан конский	2,80	0,75	26,8	0,06	2,17
Дуб черешчатый	5,20	1,59	30,6	0,11	2,03

Таким образом, при проведении теоретических и экспериментальных исследований было установлено, что семяпроводы с плоскими стенками положительно влияют на повышение равномерности распределения крупных лесных семян при использовании стандартных катушечно-лопастных аппаратов с регулируемой длиной рабочей части катушки и можно их рекомендовать использовать на лесопитомниковых сеялках вместо семяпроводов других типов.

### Литература

1. Пошарников, Ф.В. Перспективные технологии выращивания лесопосадочного материала [Текст] / Ф.В. Пошарников, И.В. Казаков; Фед. агентство по образованию, ГОУ ВПО «ВГЛТА». - Воронеж, 2007. - 290 с. - ISBN 978-5-7994-0259-4.

2. Пошарников, Ф.В. Лесные сеялки (теория, расчет, исследования и испытания) [Текст]: моногр. / Ф.В. Пошарников; Фед. агентство по образованию, ГОУ ВПО «ВГЛТА» - Воронеж, 2007. - 440 с.

3. Пошарников, Ф.В. Обоснование и расчет рабочих органов лесных сеялок [Текст]: учеб, пособие / Ф.В. Пошарников. - Воронеж : ВГУ, 1978. -124с.

4 Бузенков, Г.М. Машины для посева сельскохозяйственных культур [Текст]: учеб, пособие / Г.М. Бузенков, С,А. Ма; - М.: Машиностроение. 1976. -272 с.

5. Семенов, А.Н. Зерновые сеялки (Текст): учеб. / А.Н. Семенов. - Киев:Машгыз, 1959.-318с.

6. Пошарников, Ф.В. Анализ траекторий падения лесных семян при высева катушечными высевающими аппаратами [Текст] / Ф.В. Пошарников // Изв. вузов. Лесн. журн. 1981. № 1. -С. 23-27.

7. А.с. 820695 СССР, МКИ А 01 С 7/20. Способ посева семян [Текст] / Ф.В. Пошарников (СССР). - № 2841930/30-15; заявл. 23.11.79; опубл. 15.04.81, Бюл № 14.-3 с.