

ОБОРУДОВАНИЕ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЫСЕВАЮЩИХ АППАРАТОВ ЛЕСНЫХ СЕЯЛОК

Попов В.С.

*ФГБОУ ВПО Воронежская государственная лесотехническая академия, Воронеж
Воронеж, Россия (394087 г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8) tolp@vglta.vrn.ru*

В данной статье описывается оборудование для проведения исследований по изучению равномерности распределения семян и приводится конструкция разработанного стенда, на который могут устанавливаться различные типы высевающих аппаратов, что позволяет проводить их сравнительные испытания. Были определены основные изменяемые факторы работы лесопитомниковой сеялки (частота вращения вала высевающего аппарата, длина рабочей части катушки и скорость движения сеялки), которые будут влиять на равномерность распределения семян, а также пределы их варьирования. Для данных исследуемых факторов была составлена методика проведения экспериментальных исследований, с учетом их возможных вариантов взаимосвязей при работе сеялки. Предложен алгоритм расчета полученных экспериментальных данных с целью проведения последующего анализа и выявления оптимальных параметров работы сеялки.

Ключевые слова: стенд, семена, высев, факторы, равномерность распределения.

EQUIPMENT AND METHODS OF EXPERIMENTAL RESEARCH FOREST VEHICLES METERING DRILLS

Popov V. S.

FGBOU VPO Voronezh State Forestry Academy, Voronezh

Voronezh, Russia (394 087 Voronezh, Timiryazev str., 8) tolp@vglta.vrn.ru

This article describes the equipment to conduct research on the uniformity of the distribution of seeds and is designed to develop a stand on which to attach different types of sowing machines, which allows for their comparison tests. Identified the main modifiable factors of lesopitomnikovoy drills (shaft speed seeding apparatus, the length of the working part of the coil and speed drills), which will affect the uniformity of distribution of seeds, as well as the limits of their variation. To study these factors was drafted technique for experimental studies, in view of their options when working relationship drill. An algorithm of calculation of the experimental data in order to conduct further analysis and identification of the optimum parameters of the drill.

Keywords: stand, seed, seeding, factors, uniformity of distribution.

Качество высева семян лесопитомниковой сеялкой в значительной степени зависит от работы высевающих аппаратов, поскольку они первоначально формируют поток семян, поступающий по семяпроводу в борозду. Для оценки качества работы высевающего аппарата, выражающегося в равномерности высева семян, необходимо проследить перемещения семян во всех фазах, а также и конечное размещение семян по дну борозд. С учетом этих требований для проведения экспериментальных исследований был разработан и изготовлен специальный стенд, позволяющий устанавливать на нем различные типы высевающих аппаратов и проводить исследования их работы совместно с семяпроводами (рис. 1).

Стенд состоит из следующих основных узлов: 1 – приводная станция; 2 – ленточный транспортер; 3 – рама для установки высевающих аппаратов.

Приводная станция приводится в движение от электродвигателя 15, который через муфту 14 соединен с червячным редуктором 13. На выходном валу редуктора установлены две звездочки для привода коробки изменения частоты вращения вала высевающего аппарата и коробки привода ленточного транспортера.

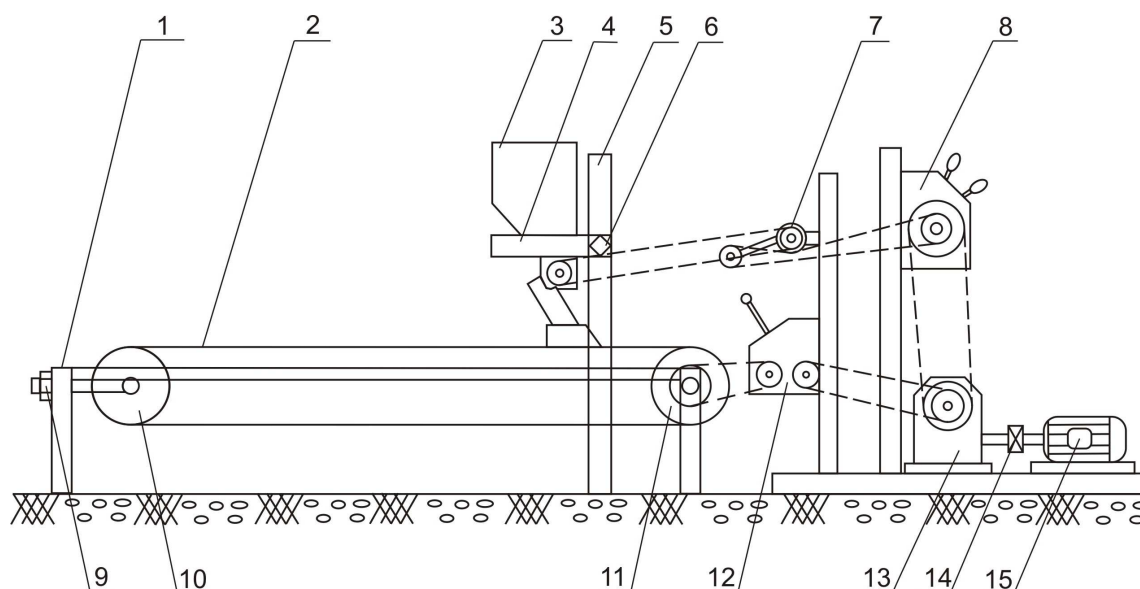


Рис. 1. Стенд для проведения лабораторных исследований процесса высева семян: 1 – рама стенда; 2 – подвижная лента; 3 – бункер с высевающим аппаратом; 4 – поводки; 5 – стойки; 6 – поперечная балка; 7 – механизм реверсивного вращения; 8 – многоступенчатый редуктор; 9 – натяжное устройство; 10 – натяжной ролик; 11 – приводной ролик; 12 – коробка переменных передач; 13 – редуктор; 14 – соединительная муфта; 15 – электродвигатель

Привод ленточного транспортера осуществляется через трехступенчатый редуктор 12 с механизмом понижения скорости. Для привода вращающихся частей высевающего аппарата применен специальный многоскоростной редуктор 8 с 44 ступенями регулировки, благодаря чему достигается широкий диапазон и высокая точность исследований. Перед редуктором установлен механизм реверсивного вращения 7, позволяющий производить испытания высевающего аппарата как при нижнем, так и при верхнем способе высева семян.

Ленточный транспортер 2 смонтирован на раме 1, представляющей собой сварной каркас. Приводной ролик ленты 11 жестко крепится при помощи подшипников скольжения к каркасу. Натяжной ролик 10 устанавливается в подшипниках скольжения, которые могут

перемещаться по направляющим. Натяжение ленты производится посредством резьбового соединения 9.

Рама для крепления высевяющих аппаратов состоит из стоек 5, которые жестко соединены с каркасом рамы 1. Между стойками установлена поперечная балка 6 с поводками 4, на которую крепится бункер 3 с исследуемым высевяющим аппаратом. Требуемая высота расположения аппарата достигается посредством передвижения поперечной балки по стойкам рамы.

При создании стенда предусматривалась возможность проведения исследований при скоростных режимах, соответствующих тем, с которыми работают посевные агрегаты в лесном хозяйстве. В трансмиссии стенда также исключалась клиноременная передача, допускающая проскальзывание и тем самым снижающая точность получаемых данных.

Для фиксации высевяемых семян на подвижную ленту крепились бумажные датчики, покрытые лаком. На датчиках семена исследовались на продольную и поперечную равномерность, а также определялась пульсация высева с помощью рамки с разметочными линиями. Равномерность распределения семян характеризовалась стандартными показателями вариационной статистики с определением средних величин, среднеквадратических отклонений и коэффициентов вариации [5].

Исследования работы высевяющего аппарата и взаимодействия семян с рабочими органами сеялки проводились в несколько этапов. На первом этапе оценивалось качество высева семян высевяющим аппаратом. На втором – как влияет на равномерность распределения семян норма высева, определяемая частотой вращения вала высевяющего аппарата, длина рабочей части катушки и скорость движения сеялки. Пределы варьирования указанных показателей следующие: норма высева – от 100 до 200 г/пог.м; длина рабочей части катушки – от 6 до 10 см и скорость сеялки – от 1 до 2 м/с.

Оценочными критериями качества высева принимались: продольная равномерность распределения семян; поперечная равномерность распределения семян; пульсация высевяющего аппарата и степень повреждения семян [1,3].

Для определения продольной и поперечной равномерности распределения семян, а также пульсации высевяющего аппарата, высев семян производился на бумажную ленту, покрытую лаком. Для упрощения процесса анализа было использовано разбиение всей ширины высевяемых семян на *np* участков с последующим анализом плотности высева на каждом из них [1]. Для этого использовалась специально изготовленная разметочная рамка

(рис. 2), размерами 35×15 см, внутри которой была сплетена сетка с размерами ячейки 10×10 мм.

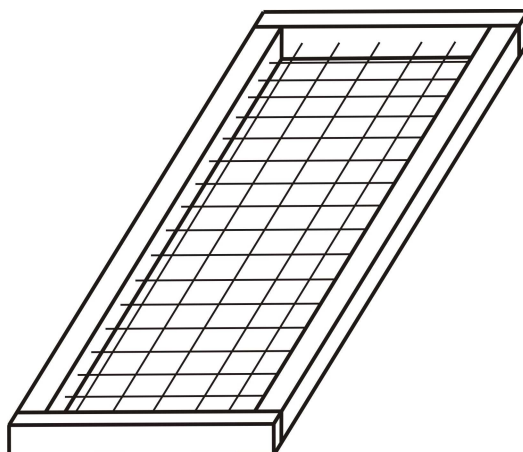


Рис. 2. Разметочная рамка для определения показателя равномерности распределения семян

Число участков выбиралось исходя из размеров высеваемых семян наиболее крупных пород:

$$n_p = \frac{L_e}{l_{\max}}, \quad (1)$$

где: L_e – ширина потока высеваемых семян;

l_{\max} – максимальный размер высеваемых семян наиболее крупной для данного высевяющего аппарата породы.

Для этого предварительно определим среднюю продольную неравномерность высева η_{np} внутри каждого ряда:

$$\eta_{np.p} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\Delta i}}{t_{cp}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\Delta i}}{\frac{T}{n_c}} = \frac{n_c}{T} \cdot \sum_{i=1}^n t_{\Delta i}, \quad (2)$$

где: $t_{\Delta i}$ – промежуток времени между истечением двух семян в потоке;

t_{cp} – средний за измерение промежуток времени между истечением двух семян в ряду;

n_c – общее число высеянных в ряду семян за одно измерение;

T – время истечения n семян (общее время измерения).

Дисперсия σ_{np} для η_{np} :

$$\sigma_{np} = \sqrt{\sigma_{np.p}^2} = \sqrt{\frac{1}{n_p - 1} \sum_{i=1}^n (\eta_{np.p} - t_{\Delta i})^2} \quad (3)$$

Однако данный показатель характеризует только продольную равномерность высева семян.

Тогда вариационный коэффициент неравномерности продольного высева V_{np} внутри ряда будет равен:

$$V_{np.p} = \frac{\sigma_{np}}{\eta_{np}} \cdot 100\%, \quad (4)$$

и общий вариационный коэффициент продольной неравномерности высева будет равен среднему от V_{np} для всей совокупности рядов:

$$V_{np.p} = \frac{1}{n_p} \sum_{i=1}^{n_p} V_{np.p} \quad (5)$$

Второй, дополнительный показатель V_{non} , характеризует ширину исходного потока семян, которая влияет на поперечную равномерность высева. Фактически он отражает полноту потока высеваемых семян.

Определяется V_{non} исходя из дисперсии V_{np} для всего количества рядов:

$$V_{non} = \frac{1}{n_p - 1} \sum_{i=1}^{n_p} (V_{np.p} - V_{np})^2 \quad (6)$$

Степень повреждения семян оценивалась по формуле:

$$\gamma = \frac{\sum_{i=1}^n m}{m_{op}} \cdot 100\% \quad (7)$$

где: m – количество семян, высеянных за n оборотов приводного вала;

m_{op} – количество повреждённых в результате этого семян о последующим взвешиванием и определением процента от общей массы семян.

Отбирались повреждённые семена и семена, вызывающие сомнение. Отобранные семена подвергались последующей отбраковке с использованием лупы [2].

На втором этапе проводилось исследование влияния на равномерность распределения семян нормы высева, длины рабочей части катушки и скорости движения сеялки [4].

Известно, что условие минимального перераспределения семян по дну борозд обеспечивается при равенстве поступательной скорости сеялки v_c и горизонтальной составляющей скорости схода семени с конца семяпровода v_{cx} , которую можно определить как:

$$v_{ex} = v_e \sin \alpha_c \quad (8)$$

где: v_e – скорость схода семени с конца семяпровода;

α_c – угол наклона семяпровода.

Задаваясь поступательной скоростью сеялки $v_{ex} = v_c$, можно найти требуемый угол наклона семяпровода по формуле:

$$\alpha_c = \arcsin \frac{v_c}{v_{ex}} \quad (9)$$

Для проверки достоверности теоретических зависимостей, предлагаемых для определения параметров траекторий движения семян при их перемещении по наклонному семяпроводу, экспериментально определялись значения горизонтального отклонения семян при постоянной высоте установки нижнего конца семяпровода относительно поверхности

размещения семян ($h = 15$ см) при переменных углах наклона семяпровода, равных 10, 15, 20, 25 и 30 ° [4].

Таким образом, данный разработанный стенд позволяет проводить испытания различных типов высевальных аппаратов, исследовать процессы высева лесных семян различных пород и их взаимодействие с рабочими органами универсальной сеялки, а также исследовать равномерность распределения семян по дну бороздки и параметров, влияющих на это.

Список литературы

1. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский: учеб. – М.: Наука, 1976. – 279 с.

2. Ларюхин Н.А. Исследование работы высевальных аппаратов сеялок для лесных питомников: сб. науч. тр. – М.. 1958. – С. 3-24.

3. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рощин: учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Колос, 1980. – 168 с.

4. Пошарников Ф.В. Лесные сеялки (теория, расчет, исследования и испытания): моногр. / Фед. агентство по образованию, ГОУ ВПО «ВГЛТА». – Воронеж, 2007. – 440 с.

5. Пошарников Ф.В. Новые способы и технологические средства для высокоэффективного посева лесных семян в питомнике // Вестник Московского государственного университета леса. – Лесной вестник. – 2000. – № 3. – С. 105-112.

Рецензенты:

Никулин С.С., д.т.н., профессор кафедры инженерной экологии и техногенной безопасности ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж.

Казаров К.Р., д.т.н., профессор кафедры сельскохозяйственных машин ФГОУ ВПО «Воронежский ГАУ», г. Воронеж.