



## ТЕХНИКА

УДК 630\*377

А.А. Вишняков, А.С. Вишняков

## ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ВИБРАЦИОННОГО АППАРАТА СЕЯЛКИ ПРИ ВЫСЕВЕ СЕМЯН ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР

*В статье представлены результаты исследований вибрационного аппарата по обоснованию эффективного режима работы при высевае семян пропашных культур. Проведены исследования, позволяющие оценить рабочий процесс высевающего аппарата с качественной стороны. В качестве контрольного использовался катушечный аппарат, являющийся аппаратом непрерывного высева.*

**Ключевые слова:** вибрационный аппарат, пропашные культуры, обоснование параметров, семена, подсолнечник, сеялки, агролюбования, интервал, колебания, графические зависимости.

A.A. Vishnyakov, A.S. Vishnyakov

## EFFECTIVE OPERATING MODE SUBSTANTIATION OF THE SEEDER VIBRATING DEVICE WHEN SOWING ROW-CROP CULTURE SEEDS

*The research results of the vibrating device on substantiation of the effective operating mode when seeding row-crop culture seeds are presented in the article. The research, allowing to assess the working process of the sowing device from the qualitative point of view, is carried out. The bobbin device being the device of continuous seeding was used as the control device.*

**Key words:** vibrating device, row-crops cultures, parameter substantiation, seeds, sunflower, seeders, agricultural requirements, interval, fluctuations, graphic dependences.

**Введение.** Высевающий аппарат является ответственным рабочим органом любой сеялки, и от его показателей зависит работа посевной машины в целом. В связи с этим к нему предъявляют целый комплекс требований, одним из определяющих является его универсальность.

Универсальность аппарата определяется его возможностью высевать семена различных сельскохозяйственных культур, отличающихся по физико-механическим свойствам: размер, состояние и форма поверхности, плотность, коэффициент трения и другие. При этом он должен обеспечить качественный высева этих семян в широком диапазоне изменения нормы высева.

Этим требованиям в большей степени, по сравнению с другими, удовлетворяет вибрационный высевающий аппарат универсальной сеялки, которая является одним из вариантов разработанной на кафедре механизации сельского хозяйства КрасГАУ многофункциональной почвообрабатывающе-посевной машины.

Ранее проведенными исследованиями обоснованы эффективные режимы работы вибрационного аппарата при высевае семян зерновых и овощных культур.

Критериями оценки любого высевающего аппарата, в том числе и вибрационного, выступает значительное число показателей.

Показателями, оценивающими эффективные рабочие процессы аппаратов, выступают коэффициенты неравномерности и неустойчивости высева.

Названные выше показатели не затрагивают внутреннюю структуру формируемого потока семян высевающим аппаратом с точки зрения его равномерности. Равномерность формируемого потока семян высевающим аппаратом оценивается равномерностью размещения семян в бороздках, образованных сошниками сеялки. Показателями оценки при этом служат количество семян в штуках на 5-сантиметровых участках рядка и равномерность интервалов между соседними семенами в рядке.

Для подтверждения универсальности вибрационного высевающего аппарата необходимо выяснить работоспособность аппарата при высевае семян пропашных культур (подсолнечника, кукурузы и др.).

**Цель исследований.** Обоснование эффективного режима работы вибрационного высевающего аппарата сеялки при высевае семян подсолнечника и изучение равномерности распределения семян в рядках при работе аппарата на этом режиме.

Для реализации указанной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Определить параметры, характеризующие отличительные особенности семян подсолнечника.
2. Исследовать влияние основных факторов, определяющих режим работы вибрационного аппарата, на количественные оценочные показатели и по результатам этих исследований определить эффективный режим его работы, удовлетворяющий агротехническим требованиям.
3. На эффективном режиме работы вибрационного аппарата определить равномерность распределения семян в рядах, высеянных на липкую ленту, в сравнении с катушечным аппаратом как представителем аппаратов непрерывного высева.

**Методика исследований.** Семена подсолнечника имеют своеобразную клинообразную форму с гладкой наружной поверхностью и с преобладающим размером длины.

Семена, с которыми проводились исследования, имели следующие параметры. Длина 9,0...13,5 мм, ширина 4,5...6,0 мм и толщина 3,2...4,3 мм. Масса 1000 семян составляла 83 г. Объемная масса семян 0,38 т/м<sup>3</sup>, угол трения по металлической поверхности 24 градуса.

Для вибрационного высевающего аппарата основными факторами, характеризующими режим его работы и от которых зависят его оценочные показатели, являются частота и амплитуда колебаний высевающего устройства и уровень колеблющихся в нем семян. В качестве оценочных показателей работы высевающего аппарата выступают коэффициент средней неравномерности высева семян отдельным высевающим отверстием  $H$  (%) и коэффициент неустойчивости общего высева семян всеми отверстиями  $H_{np}$  (%). Последний характеризует стабильность высева семян с заданной нормой высева.

Согласно агротехническим требованиям, предъявляемым к аппаратам непрерывного высева, эти коэффициенты при высеве семян пропашных культур не должны превышать соответственно 6 и 3 % [1].

С учетом результатов ранее проведенных исследований аппарата и серии предварительных поисковых опытов были определены диапазоны изменения параметров основных факторов: частота колебаний высевающего устройства 7...11 Гц, амплитуда колебаний 6...8 мм и уровень семян 20 и 40 мм. Параметры высевных отверстий: ширина 12 мм, длина – регулируемая от 0 до 25 мм.

Лабораторная установка позволяла изменять параметры, характеризующие режим работы вибрационного аппарата в заданном диапазоне. Норма высева семян составляла около 10 кг/га и соответствовала средним ее значениям, рекомендуемым агротехникой возделывания подсолнечника.

**Результаты исследований.** Результаты исследований после математической обработки представлены графическими зависимостями, которые показывают влияние каждого из факторов в отдельности на оценочные показатели рабочего процесса вибрационного аппарата.

На рисунке 1 изображены зависимости коэффициента неравномерности высева семян отдельным высевающим отверстием  $H$  (%) от частоты колебаний высевающего устройства при различных амплитудах и уровнях в нем семян.

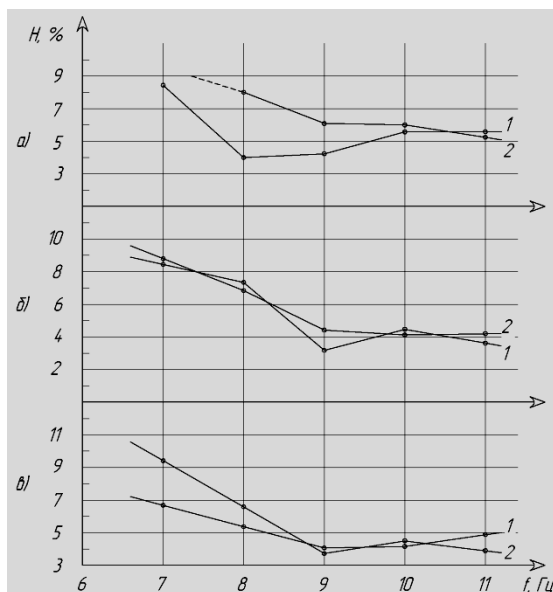


Рис. 1. Влияние частоты колебаний высевающего устройства на коэффициент средней неравномерности высева семян подсолнечника отдельным высевающим отверстием: а – амплитуда колебаний высевающего устройства 6 мм; б – 7 мм; в – 8 мм; 1 – уровень семян в высевающем устройстве 20 мм; 2 – 40 мм

Анализ графических зависимостей показывает, что с увеличением частоты колебаний  $f$  с 7 до 9 Гц коэффициент  $H$  (%) снижается, и это характерно при всех амплитудах и уровнях семян в высевальном устройстве. При увеличении частоты колебаний  $f$  свыше 9 Гц изменения коэффициента  $H$  (%) в большую или меньшую стороны незначительные.

Влияние амплитуды колебаний на коэффициент  $H$  (%) проявляется в большей степени как при малой величине (6 мм), так и большой (8 мм).

С интенсивностью режима колебаний высевального устройства заметно снижается влияние уровня в нем семян на величину коэффициента  $H$  (%).

По результатам анализа графических зависимостей можно отметить, что эффективным режимом работы вибрационного аппарата при высева семян подсолнечника будет такой, когда частота и амплитуда колебаний высевального устройства соответственно равны 9 Гц и 7 мм, при уровне в нем семян 20 мм. При этом режиме работы аппарата коэффициент средней неравномерности высева семян отверстием  $H$  равен 3,2 %. Такая его величина значительно ниже уровня, определяемого агропотребованиями к аппаратам непрерывного высева. Частота колебаний высевального устройства, равная 9 Гц, соответствует частоте вращения вала отбора мощности трактора, что позволяет без промежуточных редукторов передавать вращение на приводной вал вибрационных аппаратов.

На рисунке 2 представлены графические зависимости коэффициента неустойчивости высева семян высевальным отверстием  $H_{np}$  в процентах от частоты колебаний высевального устройства при различных амплитудах и уровнях в нем семян.

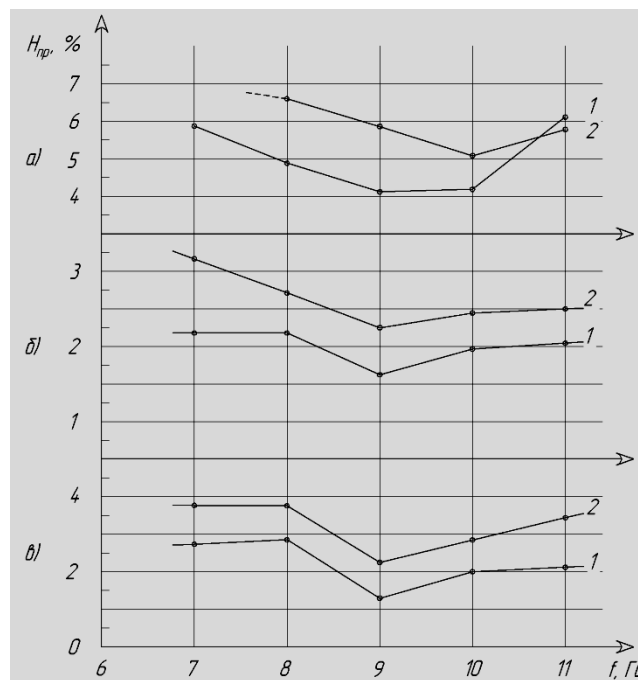


Рис. 2. Влияние частоты колебаний высевального устройства на коэффициент неустойчивости высева семян подсолнечника высевальным отверстием: а – амплитуда колебаний высевального устройства – 6 мм; б – 7 мм; в – 8 мм; 1 – уровень семян в высевальном устройстве 20 мм; 2 – 40 мм

Наименьшие значения коэффициента неустойчивости высева соответствуют частоте колебаний высевального устройства 9 Гц, а его величина в значительной степени зависит от уровня в нем семян.

При режимах работы аппарата, характеризуемых частотой колебаний высевального устройства 9 Гц, амплитудой 7 мм при уровне в нем семян 20 мм, коэффициент неустойчивости высева составляет 1,75 %. Такая величина коэффициента характеризует устойчивую работу вибрационного аппарата при высева семян подсолнечника, так как, согласно агротехническим требованиям, величина этого коэффициента не должна превышать 3 %.

В процессе исследований вибрационного аппарата были получены зависимости среднего расхода семян через высевное отверстие  $\bar{X}$  в г/мин от частоты колебаний высевального устройства при различных амплитудах и уровнях в нем семян. Анализ графических зависимостей, представленных на рисунке 3, пока-

зывает, что для всех режимов работы высевающего устройства с увеличением частоты колебаний наблюдается повышение среднего расхода семян.

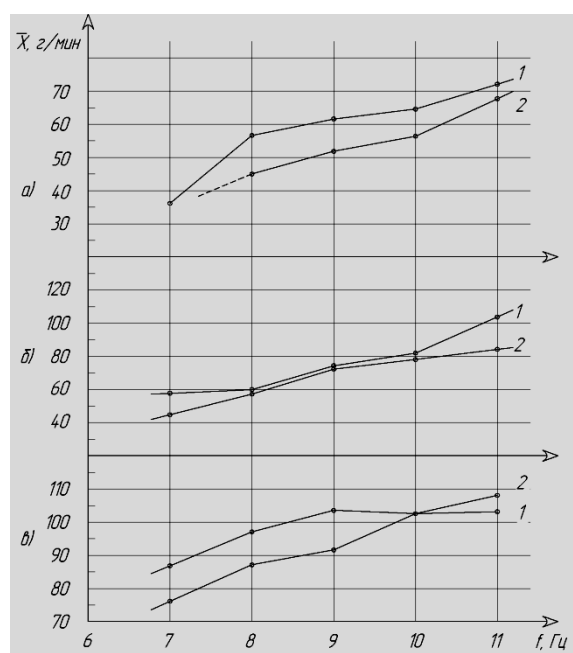


Рис. 3. Средний расход семян через отдельное высевное отверстие  $\bar{X}$  в зависимости от частоты колебаний  $f$ : а – амплитуда колебаний 6 мм; б – 7 мм; в – 8 мм; 1 – уровень семян 20 мм; 2 – 40 мм

Для получения объективного подтверждения возможности использования высевающего аппарата в технологическом процессе пропашной сеялки были проведены исследования, которые предусматривали высев семян подсолнечника на движущуюся ленту, покрытую липким составом, при работе аппарата на установленном эффективном режиме.

Полученные результаты исследований после математической их обработки представлены в виде графических зависимостей. В качестве контрольного использовался катушечный аппарат, являющийся аппаратом непрерывного посева.

На рисунке 4 представлены графики, характеризующие распределение семян на 5-сантиметровых участках рядков, последовательно посеянных на движущуюся ленту сравниваемыми аппаратами.

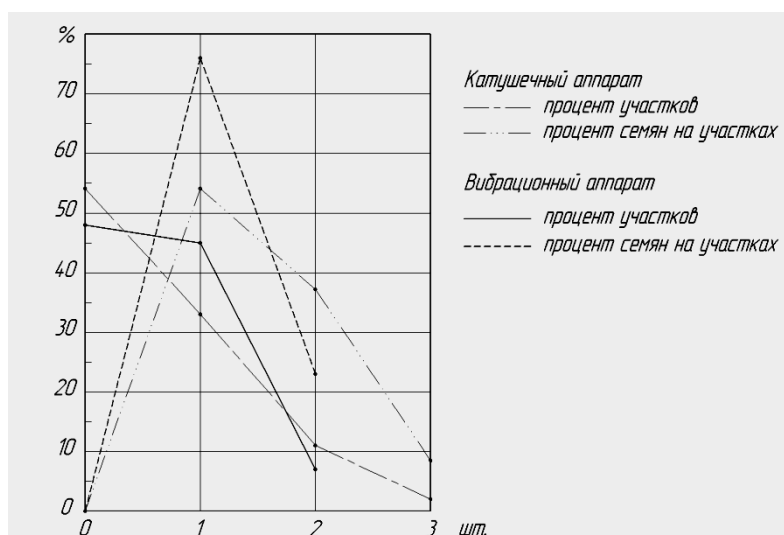


Рис. 4. Распределение семян подсолнечника на 5-сантиметровых участках рядка

Норма высева семян при испытаниях была принята равной соответственно 15,4 и 15,2 кг/га. Среднее количество семян, приходящихся на каждый из 5-сантиметровых участков ряда, составило для катушечного аппарата 0,61, а вибрационного 0,59 штуки. При этом на одном погонном метре ряда было размещено семян соответственно 13 и 12,8 штуки.

Количество семян на каждом из 5-сантиметровых участков ряда колебалось от 0 до 3 штук для катушечного аппарата и от 0 до 2 штук – вибрационного.

Распределение участков у катушечного аппарата включало: 54 % – пустые, 30 % – с одним семенем, 12 % – с двумя и 4 % – с тремя семенами.

Предпочтительнее распределение семян на участках ряда у вибрационного аппарата. Пустые участки у этого аппарата составляли 48 %, участки с одним семенем – 45 %, с двумя – 7 %, участки с тремя семенами отсутствовали.

Равномерность распределения семян в рядах для сравниваемых аппаратов изучалась путем замера расстояний между соседними семенами. В результате математической обработки полученных данных были определены значения среднего интервала, среднего квадратичного отклонения и коэффициента вариации. Для катушечных аппаратов они соответственно равны:  $\bar{X} = 76,8$  мм;  $\sigma = 62,5$  мм;  $V = 81,4$  %, а для вибрационного  $\bar{X} = 77,9$  мм;  $\sigma = 46,5$  мм;  $V = 59,6$  %.

Более равномерное распределение семян в рядах у вибрационного аппарата подтверждается меньшим в 1,36 раза значением коэффициента вариации интервалов по сравнению с катушечным.

Распределение интервалов между семенами в рядах сравниваемых аппаратов представлено на рисунке 5.

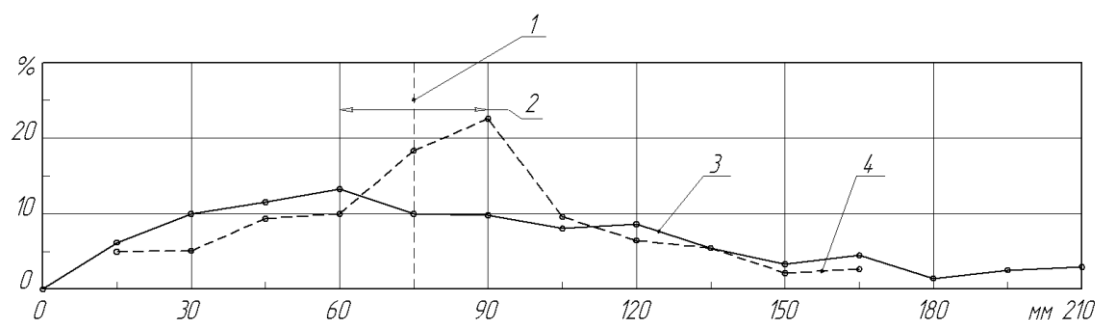


Рис. 5. Распределение интервалов между семенами в ряду: 1 – заданный интервал между семенами; 2 – допустимый интервал; 3 – распределение интервалов у катушечного аппарата; 4 – распределение интервалов у вибрационного аппарата

Значения интервалов для вибрационного аппарата изменяются от 15 до 175 мм, а у катушечного от 0 до 210 мм. Преимущество вибрационного аппарата перед катушечным подтверждается и по количеству интервалов, соответствующих заданной его величине, а также по количеству в пределах допустимой величины интервала.

Для катушечного аппарата количество интервалов между семенами в ряду, соответствующих заданной его величине, составляет 9,8 %, а у вибрационного аппарата – 18 %. В пределах допустимых величин интервалов эти показатели соответственно равны 32,7 и 50,8 %.

Оценочные показатели, характеризующие рабочий процесс вибрационного аппарата с качественной его стороны, по своим параметрам приближаются к аналогичным показателям, характерным для аппаратов точного высева. Из литературных источников известно, что для аппаратов точного высева процент интервалов, соответствующих заданной величине, находится в пределах 25...30 %, а допустимых – 65...70 % [2, 3].

Однако точность высева у этих аппаратов достигается за счет более сложной конструкции узлов и деталей, что в конечном итоге значительно повышает себестоимость производимой продукции.

## Выводы

Проведение исследования вибрационного аппарата по обоснованию эффективного режима его работы позволяют отметить следующее:

– ширина высевных отверстий должна быть равна 12 мм при длине не менее 20 мм;

– каждое высевашее устройство вибрационного аппарата должно иметь два высевных отверстия, позволяющих одновременно засевать два смежных рядка;

– эффективный режим работы вибрационного аппарата характеризуется частотой колебаний высевашего устройства 9 Гц, при амплитуде 7 мм и уровне в нем семян 20 мм, при этом режиме коэффициенты неравномерности высева семян подсолнечника и неустойчивости высева соответственно равны 3,2 и 1,75 %, что характеризует формирование аппаратом равномерного и стабильного потока семян.

Результаты проведенных исследований подтвердили универсальность вибрационного аппарата, что позволяет рекомендовать его в технологическом процессе работы пропашной сеялки.

### Литература

1. Халанский В.М., Горбачев И.В. Сельскохозяйственные машины: учеб. – М.: Колос С, 2003. – 624 с.
2. Кленин Н.И., Киселев С.Н., Лифшин А.Г. Сельскохозяйственные машины: учеб. – М.: Колос С, 2008. – 816 с.
3. Полохин А.М. Совершенствование технологии высева семян пневматическим высевашим аппаратом: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Воронеж, 2002. – 21 с.



УДК 631.3.004.67

С.Ю.Журавлев, В.С. Фейгин

### ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

*В статье представлена методика многокритериальной оптимизации эксплуатационных характеристик машинно-тракторных агрегатов с использованием многокритериального генетического алгоритма. В результате, на основе известного генетического алгоритма VEGA (Vector Evaluated Genetic Algorithm), получен алгоритм многокритериальной оптимизации.*

**Ключевые слова:** генетический алгоритм, машинно-тракторный агрегат, многокритериальная оптимизационная задача, критерий, целевые функции, множество Парето, оператор, функция пригодности, селекция, скрещивание, мутация.

S.Yu. Zhuravlyov, V. S. Feygin

### GENETIC ALGORITHM OF THE MULTICRITERION PROBLEM SOLUTION OF POWER INPUT OPTIMIZATION WHEN USING MACHINE AND TRACTOR UNITS

*The multicriterion optimization technique of machine and tractor unit operational characteristics with the use of multicriterion genetic algorithm is presented in the article. As a result, on the basis of the known genetic algorithm VEGA (Vector Evaluated Genetic Algorithm) the algorithm of multicriterion optimization is received.*

**Key words:** genetic algorithm, machine and tractor unit, multicriterion optimizing task, criterion, target functions, Pareto's multitude, operator, suitability function, selection, crossing, mutation.

---

**Введение.** На основе общего эволюционного алгоритма и его составляющих многокритериальных генетических алгоритмов (ГА) разработан ряд методов решения оптимизационных задач. Одним из наиболее распространенных является метод VEGA – Vector Evaluated Genetic Algorithm [1,2].

Метод VEGA предусматривает расширение традиционного ГА за счет использования векторных оценок степени пригодности индивидуумов (решений задачи) и возможности параллельной оценки популяций (множества решений) по каждому из критериев в отдельности. Таким образом осуществляется одновременная оптимизация по всем целевым функциям.

**Цель исследования.** Разработка методики минимизации энергозатрат при использовании мобильных машинно-тракторных агрегатов (МТА) путем подбора оптимальных параметров двигателя и трактора с помощью генетических алгоритмов решения задачи многокритериальной оптимизации.