

РАБОТА ВИБРАЦИОННОГО АППАРАТА ПРОПАШНОЙ СЕЯЛКИ В УСЛОВИЯХ, ПРИБЛИЖЕННЫХ К ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ

В статье приведены результаты исследований по настройке вибрационного аппарата пропашной сеялки на заданную норму высева семян подсолнечника. Установлено влияние поперечного и продольного наклона вибрационного аппарата на его оценочные показатели. Проведенные исследования показывают, что оценочные показатели удовлетворяют агротехническим требованиям, предъявляемым к высевающим аппаратам непрерывного высева.

Ключевые слова: посев, высевающее устройство, пропашные культуры, номограмма, рельеф, высевающие отверстия, семена, подсолнечник, норма высева.

A.A. Vishnyakov, A.S. Vishnyakov

THE WORK OF THE ROW-CROP SEEDER VIBRATING DEVICE IN THE CONDITIONS CLOSE TO PRODUCTIVE FORM

The article presents the research results on the adjustment of the row-crop seeder vibrating device on the given seeding rate of sunflower seeds. The influence of the vibrating device transverse and longitudinal inclination on its assessment indices is established. The conducted research shows that assessment indices are satisfying for agrotechnical parameters that are required for continuous sowing seeders.

Key words: crops, sowing device, row-crops cultures, nomogram, relief, sowing openings, seeds, sunflower, seeding norm.

Введение. Лабораторные исследования высевающих аппаратов проводятся в условиях, значительно отличающихся от производственных условий работы сеялки. Поэтому показатели работы аппаратов в производственных условиях, как правило, ниже показателей, полученных в процессе лабораторных их исследований. В связи с этим для объективной оценки достоинств и недостатков известных и вновь разрабатываемых высевающих аппаратов необходимо предусматривать проведение их исследований в условиях, максимально приближенных к производственным.

При подготовке сеялки к работе одной из основных операций является регулировка высевающих аппаратов на заданную норму высева семян. Она должна обеспечить равномерный высев семян по ширине захвата сеялки и по ходу ее движения в пределах всего засеваемого поля. Для существующих отечественных сеялок с аппаратами непрерывного высева настройка на заданную норму высева семян является продолжительной и трудоемкой операцией [1].

Для вибрационного аппарата наиболее простым считается способ регулирования нормы высева семян различных сельскохозяйственных культур путем изменения длины продолговатых высевных отверстий [2].

Цель исследований. Разработать эффективный способ настройки вибрационного аппарата на заданную норму высева семян и определить оценочные показатели его работы в условиях, максимально приближенных к производственным.

Задачи исследований:

1. Установить возможность настройки вибрационного аппарата на норму высева за счет регулировки длины продолговатых отверстий.
2. Разработать номограмму выполнения настройки на норму высева семян подсолнечника.
3. Исследовать влияние наклона вибрационного аппарата сеялки в поперечно- и продольно-вертикальной плоскости на оценочные показатели его рабочего процесса.

Методика и результаты исследований. Исследования, определяющие влияние длины продолговатых высевных отверстий на средний расход семян и его равномерность, проводились на эффективном режиме работы вибрационного высевающего аппарата.

Результаты этих исследований представлены в виде графических зависимостей. На рисунке 1 даны графические зависимости, устанавливающие влияние длины высевного отверстия на средний расход семян подсолнечника через отверстие X , г/мин (рис. 1, а), коэффициенты неравномерности H , % и неустойчивости высева $H_{пр}$, % (рис. 1, б).

Анализ графика (рис. 1, а) показывает, что между расходом семян через высевное отверстие и его длиной наблюдается прямо пропорциональная зависимость, которая подтверждает возможность регулирования нормы высева семян подсолнечника в широком диапазоне ее изменения за счет длины высевных отверстий.

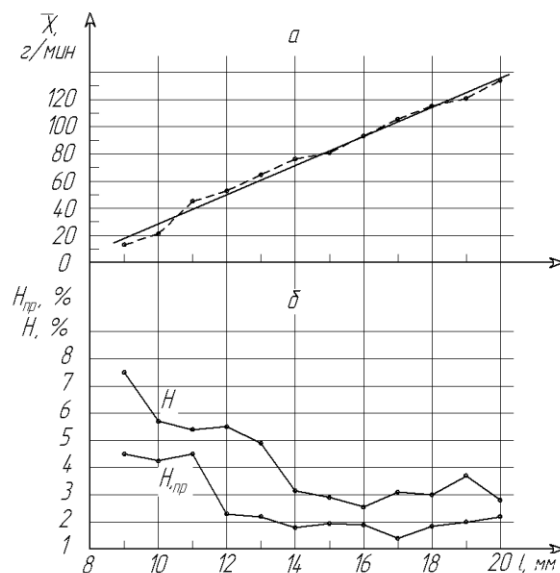


Рис. 1. Влияние длины высевных отверстий на средние значения: а – высева семян подсолнечника через высевное отверстие \bar{X} ; б – коэффициент неравномерности H и неустойчивости $H_{пр}$ высева

Изменение длины высевных отверстий с 9,0 до 20 мм обеспечивает регулирование среднего расхода семян через отверстие в пределах от 13 до 134 г/мин, что при скорости посевного агрегата 7,2 км/ч и ширине междурядья, приходящего на одно отверстие 0,7 м, изменяет норму высева от 1,5 до 16 кг/га.

Увеличение длины высевных отверстий с 9,0 до 12,0 мм приводит к резкому снижению коэффициента неустойчивости, а с 14 мм – коэффициента неравномерности высева. При дальнейшем увеличении их длины коэффициенты H и $H_{пр}$ изменяются незначительно, а их величины колеблются соответственно в пределах 2,7–3,4 и 1,5–2,2 %.

Проведенные исследования с целью установления зависимости среднего расхода семян через высевное отверстие послужили основой для разработки номограммы (рис. 2). Номограмма позволяет с наименьшими затратами труда и времени настроить вибрационные аппараты сеялки на заданную норму высева семян.

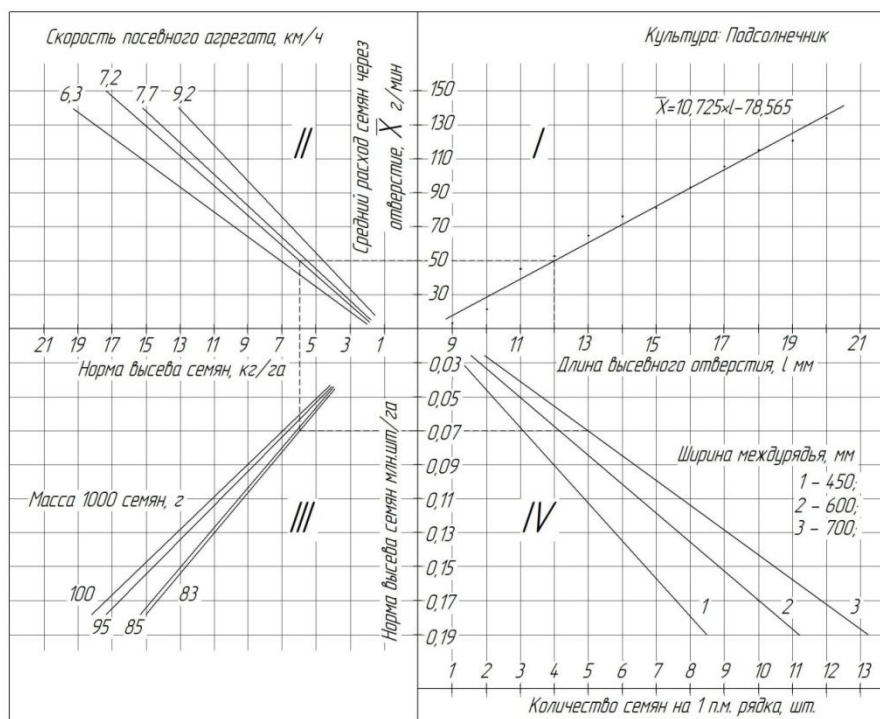


Рис. 2. Номограмма для установки сеялки на норму высева семян

Пользоваться номограммой необходимо в следующей последовательности. Задав норму высева семян (млн шт/га) при известной массе 1000 шт. семян определяют их расход (кг/га). Зная скорость посевного агрегата (км/ч), устанавливают расход семян (г/мин). Расход семян позволяет определить длину высевного отверстия в миллиметрах. При известной ширине междурядья в миллиметрах можно определить количество семян в одном погонном метре ряда. Следовательно, начало пользования номограммой начинается с заданной нормы высева семян (млн шт/га).

Наряду с приведенной выше номограммой, изображенной в виде графических зависимостей, нами разработана программа в электронном виде с использованием компьютера.

В полевых условиях можно проконтролировать точность установки высевающих аппаратов на заданную норму высева семян. Для этого отсоединяют один из семяпроводов от сошника и в рабочем состоянии проезжают 8–10 м пути. Семена из отсоединенного семяпровода будут располагаться на поверхности поля в виде ряда. Подсчитывая количество семян на одном метре ряда в 2–3 местах, устанавливают правильность настройки высевающих аппаратов на норму высева семян. В случае необходимости её корректируют.

Каждый высевающий аппарат сеялки должен формировать равномерный поток семян при стабильной норме высева в пределах всего засеваемого поля независимо от его рельефа. В производственных условиях сеялки при копировании рельефа засеваемого поля могут принимать наклонное положение в продольно и поперечно-вертикальных плоскостях. Причем эти наклонные положения могут чередоваться или сохранять постоянный угол в течение длительного времени при работе на склонах. В последнем случае показатели работы высевающих аппаратов могут заметно ухудшиться. Поэтому методика лабораторных исследований универсального вибрационного высевающего аппарата предусматривает его исследования с учетом наклонных положений. В данной работе рассматриваются результаты исследований при наклонах аппарата сеялки в поперечно-вертикальной плоскости. Такое положение сеялки вместе с высевающими аппаратами принимает при движении посевного агрегата поперек засеваемого склона.

Исследования аппарата проводились на эффективном режиме его работы при поперечных наклонах в диапазоне от горизонтального положения до наклона в 8 градусов с интервалом в 2 градуса. Норма высева семян при исследованиях соответствовала средним ее значениям при возделывании подсолнечника как силосной культуры 10–15 кг/га.

Основными изучаемыми параметрами рабочего процесса вибрационного аппарата являлись средний расход семян через отдельное высевное отверстие \bar{X} г/мин, коэффициент средней неравномерности высева семян отдельным высевающим отверстием H , % и коэффициент неустойчивости высева всеми отверстиями $H_{пр}$, %.

Дополнительными характеристиками, оценивающими рабочий процесс аппарата, служили норма высева семян (Q , кг/га) и количество семян, размещенных на одном погонном метре ряда (шт/м.п.).

Все основные и дополнительные показатели рабочего процесса аппарата фиксировались для каждого угла его наклона.

Результаты исследований влияния угла наклона вибрационного аппарата в поперечно-вертикальной плоскости на основные показатели, характеризующие его рабочий процесс, представлены в виде графических зависимостей на рис. 3, а дополнительные на рис. 4.

На рисунке 3,а показана зависимость среднего расхода семян через высевное отверстие \bar{X} , г/мин, от угла наклона аппарата α , (градусы). Средний расход семян при изменениях угла наклона аппарата составляет 64,1 г/мин, при среднеквадратичном отклонении $\sigma = 0,81$ г/мин. Допустимые колебания среднего расхода семян для вероятности 0,95 определяют по уравнению

$$J_{0,95} = \bar{X} \pm t_{\beta} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (1)$$

где t_{β} – коэффициент распределения (критерий Стьюдента);

n – количество значений изучаемого параметра.

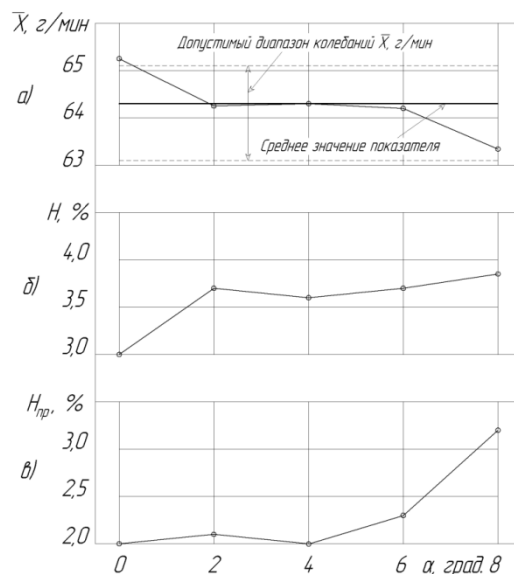


Рис. 3. Влияние наклона вибрационного аппарата в поперечно-вертикальной плоскости на его оценочные показатели: а – средний расход семян через высевное отверстие; б – коэффициент средней неравномерности высева через высевное отверстие; в – коэффициент неустойчивости высева семян всеми высевными отверстиями

Допустимый диапазон колебаний среднего расхода семян согласно уравнения (1) для вероятности 0,95 изменяется в пределах от 63,1 до 65,1 г/мин. Как видно из графика, представленного на рис. 3, а, колебания значений \bar{X} не выходят за пределы допустимого.

На рисунке 3, б представлена зависимость коэффициента средней неравномерности высева семян через высевное отверстие H , % от угла наклона аппарата. Согласно агротехническим требованиям, значение этого коэффициента не должно превышать 6 %. Колебания же его при исследованиях не превышали 4 %.

На рисунке 3, в показана графическая зависимость коэффициента неустойчивости высева $H_{пр}$ от угла наклона аппарата. Согласно агротехническим требованиям, этот показатель не должен превышать 3 %. Следовательно, и по этому показателю изменение коэффициента $H_{пр}$ не выходит за пределы допустимого.

На рисунке 4 изображены графические зависимости, определяющие дополнительные параметры, характеризующие рабочий процесс аппарата при меняющемся угле его наклона.

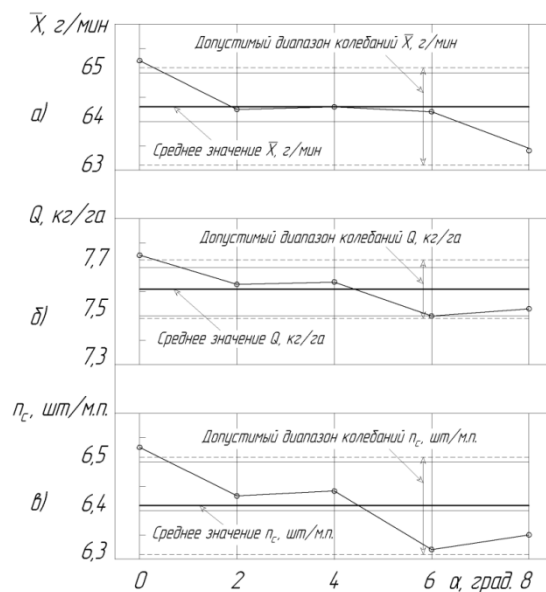


Рис. 4. Влияние наклона вибрационного аппарата в поперечно-вертикальной плоскости на его оценочные показатели рабочего процесса: а – средний расход семян через высевное отверстие; б – норма высева семян; в – количество семян на погонном метре ряда

На рисунке 4, б представлен график изменения нормы высева семян (Q , кг/га) от угла наклона аппарата. Этот график построен согласно известной математической зависимости между средним расходом семян через высевное отверстие (\bar{X} , г/мин) и нормой их высева (Q , кг/га) при известных скорости движения посевного агрегата и ширине захвата сеялки, приходящей на одно высевное отверстие. Эта зависимость имеет вид

$$Q = \bar{X} / 1,67 \cdot b \cdot V_M, \quad (2)$$

где b – ширина захвата сеялки, приходящая на одно высевное отверстие, м;

V_M – скорость посевного агрегата, км/ч;

1,67 – переводной коэффициент.

При расчетах приняты $b = 0,7$ м, а скорость посевного агрегата $V_M = 7,2$ км/ч. Ширина захвата сеялки, приходящая на одно высевное отверстие, в данном случае равна ширине междурядья при посеве силосных культур – подсолнечника и кукурузы.

Значения \bar{X} , которые подставляются в уравнении (2), берутся из графика для каждого угла наклона аппарата. При анализе графической зависимости средняя норма высева $Q = 7,61$ кг/га, а среднеквадратическое отклонение $\sigma = 0,098$ кг/га. При этих значениях Q и σ был определен доверительный интервал возможных колебаний нормы высева по уравнению (1) для вероятности 0,95. Допустимые колебания нормы высева находятся в диапазоне от 7,49 до 7,73 кг/га. Как видно из графика на рис. 4, б, изменения нормы высева в зависимости от угла наклона аппарата не выходят за пределы этих границ.

На рисунке 4, в показана графическая зависимость изменения количества семян, размещенных на одном погонном метре ряда n_c , шт/м.п. от угла наклона аппарата.

При среднем значении $n_c = 6,41$ шт/м.п. и среднеквадратическом отклонении $\sigma = 0,082$ шт/м.п. диапазон допустимых значений n_c , шт/м.п., определяемый уравнением (1), при уровне вероятности 0,95 находится в пределах от 6,31 до 6,51 шт/м.п. Как показывает график, колебания значений n_c , шт/м.п. не выходят за границы указанного диапазона.

Результаты исследований вибрационного аппарата по определению оценочных показателей рабочего процесса в зависимости от его наклона в поперечно-вертикальной плоскости позволяют отметить следующее.

Наряду с поперечно-вертикальными колебаниями рамы сеялки, а следовательно, и высевающих аппаратов, в реальных условиях эксплуатации испытывают и продольно-вертикальные колебания. Эти колебания оказывают влияние на оценочные показатели работы вибрационных высевающих аппаратов, особенно при постоянном их наклоне в течение определенного времени.

Методика, определяемые параметры и результаты исследований влияния наклона вибрационного аппарата в продольно-вертикальной плоскости на оценочные показатели рабочего процесса аналогичны полученным при исследовании его наклона в поперечно-продольной плоскости.

По результатам исследований максимальное значение коэффициента неравномерности высева H , % от угла наклона аппарата не превышает 3,7 %, что значительно ниже его допустимого значения, равного 6 %.

Значение коэффициента неустойчивости высева H_{np} , % от угла наклона высевающего аппарата в продольно-вертикальной плоскости также удовлетворяет агротребованиям, которые ограничивают его величину, равную 3 %.

Дополнительные оценочные показатели рабочего процесса вибрационного аппарата от его угла наклона в продольно-вертикальной плоскости не выходят за пределы, предъявляемыми агротребованиями.

Выводы

1. Установлена прямо пропорциональная зависимость среднего расхода семян через высевное отверстие от его длины, что позволяет регулировать норму высева в пределах от 1,5 до 25 кг/га при изменении их длины до 25 мм при ширине 12 мм.

2. При увеличении длины высевных отверстий от 9 до 12 мм наблюдается значительное улучшение работы высевающего аппарата, оцениваемого коэффициентом неустойчивости, а с 14 мм – неравномерности высева.

3. При средних нормах высева 10–15 кг/га коэффициенты неравномерности и неустойчивости высева примерно в два раза ниже величин, определяемых агротребованиями, которые предъявляются к аппаратам непрерывного высева.

4. Разработанная номограмма обеспечивает сокращение до минимума затрат труда и времени на настройку вибрационного аппарата на заданную норму высева семян и позволяет проконтролировать правильность этой настройки в полевых условиях.

5. Вибрационный аппарат при высеве семян подсолнечника с учетом копирования рельефа засеваемого поля обеспечивает формирование равномерного и стабильного потока семян, удовлетворяющего агротехническим требованиям, предъявляемым к аппаратам непрерывного высева.

Проведенные исследования вибрационного аппарата на эффективном режиме показывают, что оценочные его показатели в условиях, приближенных к производственным, удовлетворяют агротехническим требованиям, предъявляемым к высевающим аппаратам непрерывного высева, и его можно рекомендовать для использования в технологическом процессе пропашной сеялки, которая является одним из вариантов многофункциональной машины.

Литература

1. Халанский В.М., Горбачев И.В. Сельскохозяйственные машины: учебник. – М.: Колос, 2003. – 624 с.
2. Кленин Н.И., Киселев С.Н., Лифшин А.Г. Сельскохозяйственные машины: учебник. – Колос, 2008. – 816 с.



УДК 631.3.004.67

Н.В. Цугленок, С.Ю. Журавлев

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

В статье на основании структуры энергозатрат при использовании машинно-тракторных агрегатов предложен оценочный показатель уровня затрат энергоматериальных ресурсов. Приведен анализ современных методик решения оптимизационных задач с использованием генетических алгоритмов; обоснована возможность их использования для решения проблемы снижения энергозатрат при использовании мобильных машинно-тракторных агрегатов, выполняющих различные технологические операции в составе машинных комплексов по возделыванию сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: эффективность, энергозатраты, машинно-тракторный агрегат, оптимизационная задача, критерий, целевые функции, генетические алгоритмы, методы.

N.V. Tsuglenok, S.Yu. Zhuravlyov

POWER EFFICIENCY GENETIC PROGRAMMING OF MACHINE AND TRACTOR UNIT FUNCTIONING

The valuation indicator of power material resource cost level on the basis of power input structure when using machine and tractor units is offered in the article. The analysis of modern techniques for the optimizing task solution with the use of genetic algorithms is provided; the possibility of their use for the problem solution of power input decrease when using the mobile machine and tractor units that are carrying out various technological operations as a part of machine complexes on crop cultivation is substantiated.

Key words: efficiency, power inputs, machine and tractor unit, optimizing task, criterion, target functions, genetic algorithms, methods.

Введение. Проблемная ситуация, обусловленная противоречием между необходимостью повышения урожайности сельскохозяйственных культур и необходимостью снижения энергоматериальных затрат на их производство, приводит к постановке весьма актуальной проблемы интенсификации процессов растениеводства при снижении затрат энергоматериальных ресурсов [1].

Цель исследований. Разработка предпосылок к использованию методики генетического программирования для решения задачи снижения энергозатрат при использовании мобильных машинно-тракторных агрегатов (МТА) путем подбора оптимальных характеристик двигателя и трактора, входящего в состав МТА.