

УДК 631.33.02

UDC 631.33.02

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

05.20.01 Technologies and means of agricultural mechanization

ОПТИМАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА

OPTIMUM PARAMETERS OF A PNEUMATIC SEEDING DEVICE

Маслов Геннадий Георгиевич
д-р техн.наук, профессор
SPIN – код автора: 7115-7421
maslov-38@mail.ru

Maslov Gennady Georgievich
Dr.Sci.Tech., Professor
RSCI SPIN - code: 7115-7421
maslov-38@mail.ru

Цыбулевский Валерий Викторович
канд. техн. наук, доцент

Tsybulevsky Valery Viktorovich
Cand.Tech.Sci., Associate Professor

Тазмеев Булат Харисович
канд. техн. наук, доцент
tazmeevb@mail.ru

Tazmееv Bulat Kharisovich
Cand.Tech.Sci., Associate Professor
tazmeevb@mail.ru

Полуэктов Александр Александрович
студент

Poluektov Aleksandr Aleksandrovich
student

Аленин Павел Вячеславович
студент

Alenin Pavel Vyacheslavovich
student

Обоснована технологическая схема и установлено влияние управляемых факторов (длительности пневматических импульсов сопел 1, 2 и 3) на производительность пневматического высевающего аппарата. С использованием планирования трехфакторного эксперимента по Вк плану определены оптимальные режимные параметры работы пневматического высевающего аппарата при условии выполнения исходных требований к качеству посева. Согласно полученному уравнению регрессии по критерию максимальной производительности высевающего аппарата 63,986 шт/с, оптимальная частота колебаний рабочего органа составила 22,4 Гц, угол наклона 4,7 град. и амплитуда колебаний рабочего органа 2,7 мм.

The technological scheme has been substantiated and the influence of controlled factors (duration of pneumatic impulses of nozzles 1, 2 and 3) on the performance of a pneumatic sowing device has been established. Using the planning of a three-factor experiment according to the Bk plan, the optimal operating parameters of the pneumatic sowing device were determined, provided that the initial requirements for the quality of sowing were met. According to the obtained regression equation according to the criterion of the maximum productivity of the sowing device 63.986 pcs / s, the optimal oscillation frequency of the working body was 22.4 Hz, the angle of inclination was 4.7 degrees. and the vibration amplitude of the working body is 2.7 mm

Ключевые слова: ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ, ОПТИМИЗАЦИЯ, КРИТЕРИЙ, ПАРАМЕТРЫ, РЕЖИМЫ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Keywords: PNEUMATIC SEEDER, OPTIMIZATION, CRITERIA, PARAMETERS, MODES, PERFORMANCE

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-170-011>

Эспарцет – двулетнее растение, дающее максимальный урожай на втором году жизни. Однако при производстве зерна следует все меры направлять на получение ограниченного по численности, но крупноплодного урожая с каждого растения. Для этого необходимо выращивать одностебельные растения с развитыми семенами.

Посев эспарцета семенами, а не плодами как общепринято, а также определение оптимальных режимов работы высевяющих аппаратов является актуальной задачей.

Качество распределения семян на поверхности почвы зависит от ряда определяющих факторов [1, 2]. Экспериментальные исследования позволили выявить параметры, которые влияют на скорость подачи семян аппаратом с пневматическими устройствами. Такими параметрами являются: продолжительность пневматических импульсов сопел, диаметр отверстия для подачи семян, давление потока семян в подающем устройстве.

Применение разгрузочного устройства позволяет нивелировать значительную часть импульсов давления, создаваемого потоком семян. Их размер от 14 до 26 мм в диаметре определяет величину площади дозирующих отверстий. В исследуемом аппарате был установлен диаметр 18 мм.

Пневматическая установка оснащена тремя соплами. Продолжительность пневматического импульса сопла №1 принята в интервале от 30 до 44 миллисекунд, сопла №2 – от 20 до 36 мс, сопла №3 – от 800 до 1000 мс.

Статистическая обработка данных произведена по методике, изложенной в [2 - 6]. Для этого были выбраны интервалы изменения и уровни основных факторов, таблица 1.

Таблица 1.

Факторы	Кодированные обозначения	Интервал изменения	Уровни факторов		
Продолжительность пневматического импульса 1 сопла	x_1	7	30	37	44
Продолжительность пневматического импульса 2 сопла	x_2	8	20	28	36
Продолжительность пневматического импульса 3 сопла	x_3	100	800	900	1000

Значения факторов устанавливались путем смены синхронизирующих дисков для потока семян. В результате математического анализа данных была выявлена корреляционная зависимость производительности экспериментальной установки, которая является наблюдаемой случайной переменной, зависящей от основных факторов:

$$Y = 98.1875 - 2.6 \cdot x_1 - 8.1 \cdot x_2 + 5.9 \cdot x_3 - 1.375 \cdot x_1 \cdot x_2 + 1.625 \cdot x_1 \cdot x_3 + 3.625 \cdot x_2 \cdot x_3 - 9.5975 \cdot x_1^2 - 19.0975 \cdot x_2^2 - 15.0975 \cdot x_3^2, \quad (1)$$

где Y – производительность установки, шт./с.

После математических преобразований определены координаты центральной точки геометрического представления функции отклика: $x_1 = -0.1076$; $x_2 = -0.1974$, $x_3 = 0.1665$.

Путем подстановки этих значений в уравнение (1) найдено оптимальное значение производительности $Y_0 = 99.5977$ шт./с. Для приведения уравнения регрессии к типовой канонической форме необходимо переместить центр в точку экстремума и произвести поворот осей в факторном пространстве на угол $\alpha = 21.09$ град. Тогда уравнение регрессии в каноническом виде примет вид:

$$Y - 99.9777 = -9.5975 \cdot x_1^2 - 17.3623 \cdot x_2^2 - 16.8327 \cdot x_3^2, \quad (2)$$

Коэффициенты переменных в уравнении имеют одинаковый знак, они все отрицательны. Следовательно, поверхность отклика имеет форму эллиптического параболоида.

Наглядный анализ поверхности регрессии произведен методом сечения взаимно перпендикулярными плоскостями. С этой целью последовательно зафиксирован один из трех независимых параметров в центральной

точке опыта. Для оставшихся факторов определена своя точка экстремума и произведено каноническое преобразование.

Сечение плоскостью X_1SX_2 (рисунок 1):

- уравнение регрессии

$$Y_{12} = 74.45 - 1.17 \cdot x_1 - 22.6 \cdot x_2 - 6.875 \cdot x_1 \cdot x_2 - 10.84 \cdot x_1^2 + 22.16 \cdot x_2^2 \quad (3)$$

- каноническая форма

$$Y_{12} - 99.5977 = -9.548 \cdot x_1^2 - 19.147 \cdot x_2^2 \quad (4)$$

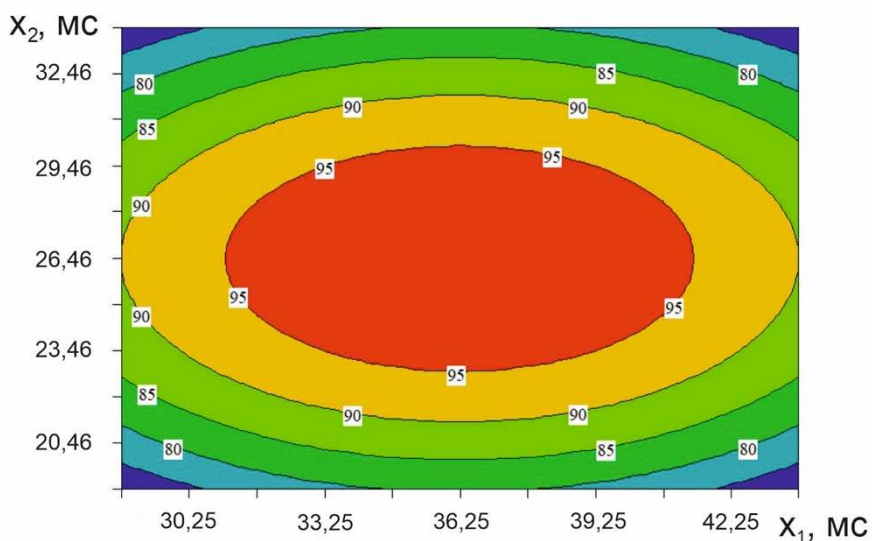
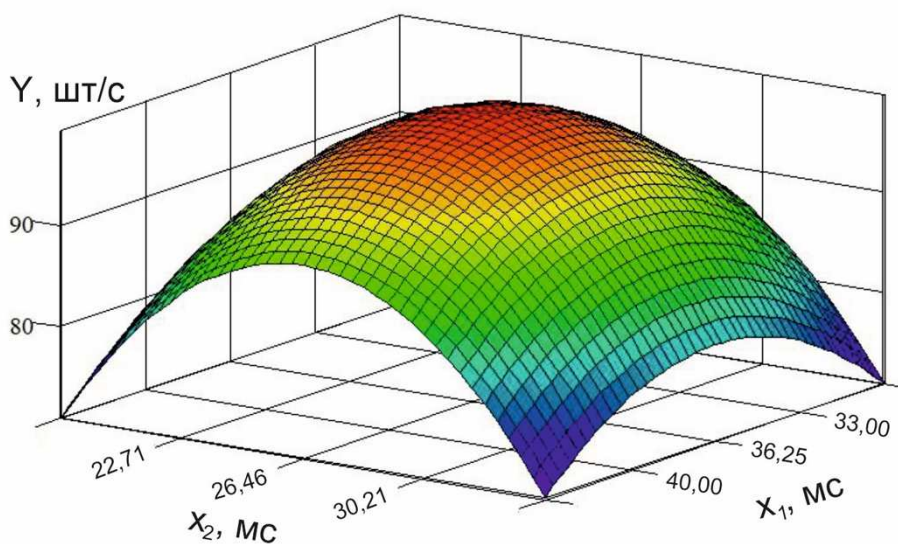


Рисунок 1. Зависимость производительности высевающего аппарата от продолжительности импульсов сопла 1 и 2.

Сечение плоскостью X_1SX_3 (рисунок 2):

$$Y_{13} = 48.68 + 5.51 \cdot x_1 + 16 \cdot x_3 - 13.625 \cdot x_1 \cdot x_3 - 10.84 \cdot x_1^2 - 12.84 \cdot x_3^2 \quad (5)$$

$$Y_{13} - 99.5977 = -9.48 \cdot x_1^2 - 15.21 \cdot x_3^2 \quad (6)$$

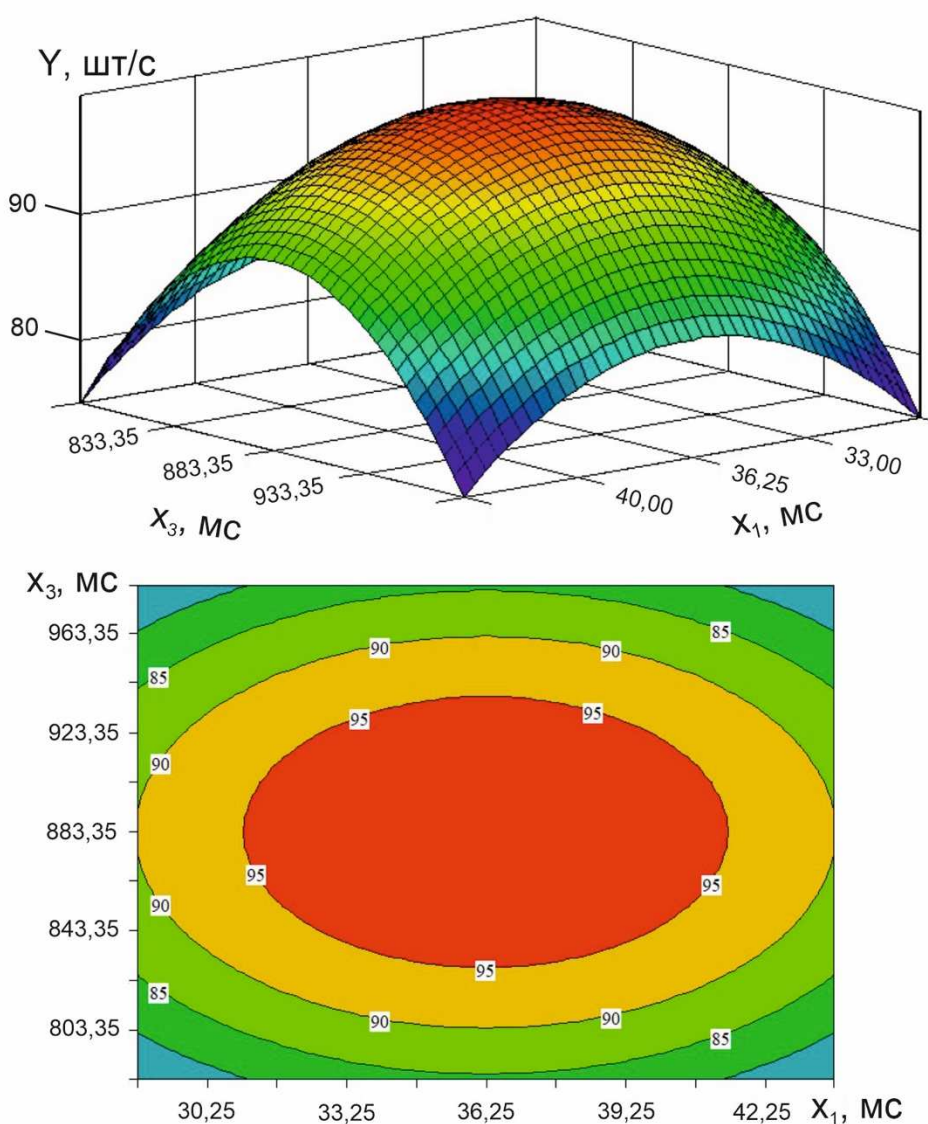


Рисунок 2. Зависимость производительности высевающего аппарата от продолжительности импульсов сопла 1 и 3.

Сечение плоскостью X_2SX_3 (рисунок 3):

$$Y_{23} = 62.13 - 21.2 \cdot x_2 - 18.8 \cdot x_3 - 22.16 \cdot x_2^2 - 12.84 \cdot x_3^2 \quad (7)$$

$$Y_{23} - 99.5977 = -19.7966 \cdot x_2^2 - 14.3984 \cdot x_3^2 \quad (8)$$

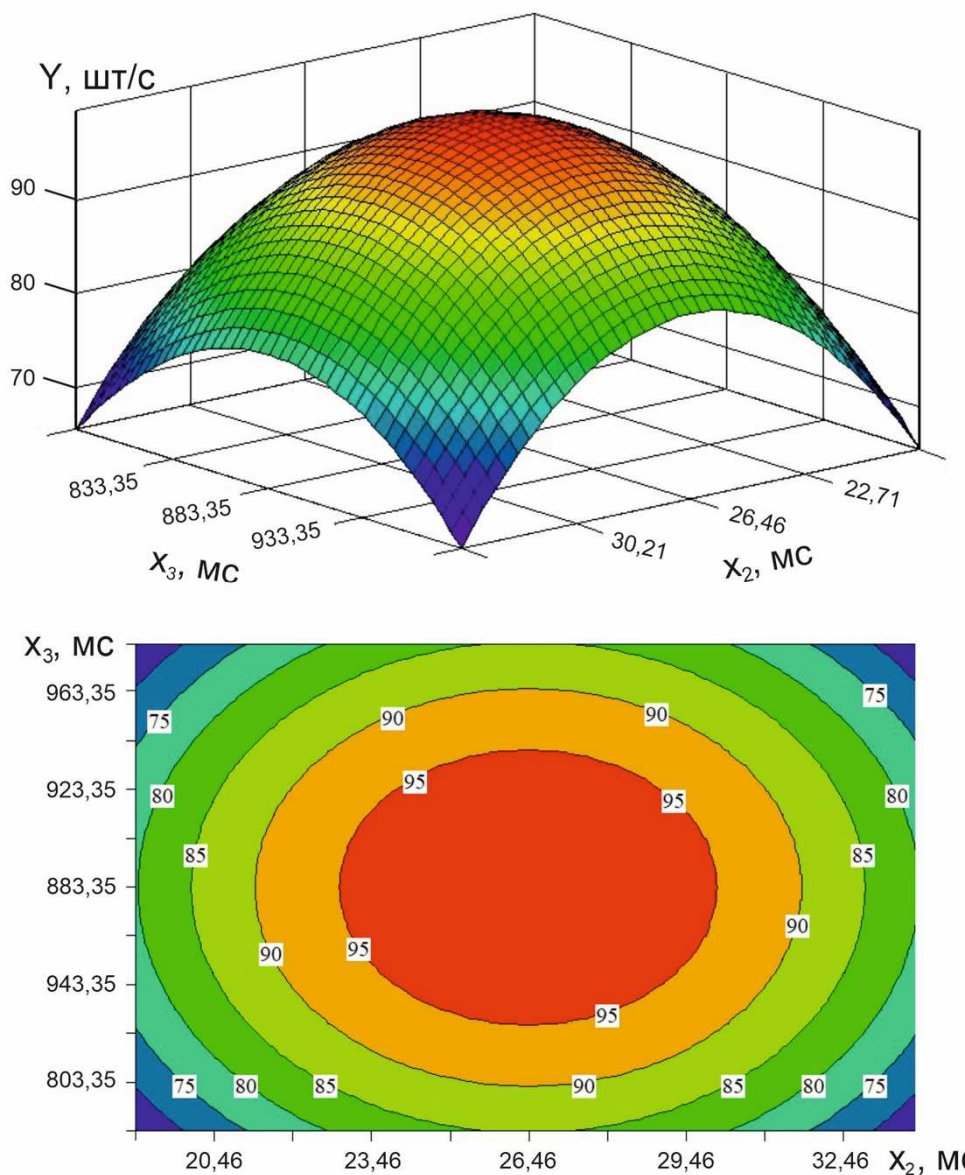


Рисунок 3. Зависимость производительности высевающего аппарата от продолжительности импульсов сопла 2 и 3.

Таким образом, определены оптимальные режимы работы высевающего аппарата для семян эспарцета. Критерием оценки эффективности, при выполнении требований по качеству посева, является максимальная производительность, которой соответствуют три значения длительности пневматических импульсов: сопло №1 – 26.33 миллисекунд, сопло №2 – 27.84 мс, сопло №3 - 916.96 мс.

Список литературы

1. Исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве. М., ФГНУ «Росинформагротех», 2005, с.250.
2. Маслов Г.Г., Дидманидзе О.Н., Цыбулевский В.В. Оптимизация параметров и режимов работы машин методами планирования эксперимента: Учебное пособие для сельскохозяйственных вузов. – М.: УМЦ Триада, 2007. – 292 с., ил.
3. Новик Ф.С., Арсов Я.Б. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов. М.: Машиностроение, 1980, с. 304.
4. Дробот, В. А. Оптимизация параметров процесса поверхностной обработки почвы горизонтально расположенными дисковыми рабочими органами / В. А. Дробот, В. В. Цыбулевский // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2010. – № 23. – С. 181-186.
5. Тарасенко, Б. Ф. Универсальный плуг для безотвальной обработки почвы с цилиндрическими долотами и поворачивающимися лапами и оптимизация его параметров при глубоком рыхлении / Б. Ф. Тарасенко, С. А. Горовой, В. В. Цыбулевский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2010. – № 60. – С. 134-146.
6. Патент № 2275782 С1 Российская Федерация, МПК А01С 7/00, А01В 49/06. Устройство для посева семян зерновых культур : № 2004133161/12 : заявл. 12.11.2004 : опубл. 10.05.2006 / А. Н. Медовник, Г. Г. Маслов, Б. Ф. Тарасенко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет.

References

1. Isxodny`e trebovaniya na bazovy`e mashinny`e texnologicheskie operacii v rastenievodstve. M., FGNU «Rosinformagrotex», 2005, s.250.
2. Maslov G.G., Didmanidze O.N., Cybulevskij V.V. Optimizaciya parametrov i rezhimov raboty` mashin metodami planirovaniya e`ksperimenta: Uchebnoe posobie dlya sel`skoxozyajstvenny`x vuzov. – M.: UMCz Triada, 2007. – 292 s., il.
3. Novik F.S., Arsov Ya.B. Optimizaciya processov texnologii metallov meto-dami planirovaniya e`ksperimentov. M.: Mashinostroenie, 1980, s. 304.

4. Drobot, V. A. Optimizaciya parametrov processa poverxnostnoj obrabotki pochvy` gorizonta`no raspolozhenny`mi diskovy`mi rabochimi organami / V. A. Drobot, V. V. Cybulevskij // Trudy` Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2010. – № 23. – S. 181-186.

5. Tarasenko, B. F. Universal`ny`j plug dlya bezotval`noj obrabotki pochvy` s cilindricheskimi dolotami i povorachivayushhimisya lapami i optimizaciya ego parametrov pri glubokom ry`xlenii / B. F. Tarasenko, S. A. Gorovoj, V. V. Cybulevskij // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2010. – № 60. – S. 134-146.

6. Patent № 2275782 C1 Rossijskaya Federaciya, MPK A01C 7/00, A01B 49/06. Ustrojstvo dlya poseva semyan zernovy`x kul`tur : № 2004133161/12 : zayavl. 12.11.2004 : opubl. 10.05.2006 / A. N. Medovnik, G. G. Maslov, B. F. Tarasenko [i dr.] ; zayavitel` Federal`noe gosudarstvennoe obrazovatel`noe uchrezhdenie vy`sshego professional`no-go obrazovaniya Kubanskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet.