

**МЕХАНИКОНИИ КИШОВАРЗЇ ВА ГИДРОМЕЛИОРАТСИЯ
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ГИДРОМЕЛИОРАЦИЯ
MECHANIZATION OF AGRICULTURE AND HYDROMELIORATION**

УДК 621.867.8

**ВЛИЯНИЯ РЕЖИМНО-КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ
КОРМУШЕК ФЕРМ КРС НА КРИТЕРИИ ОПТИМИЗАЦИИ**

Ахмадов Б.Р., д.т.н., профессор, Ризоев А.Б., профессор, Назаров С.С., стар. преп.- ТАУ им. Ш. Шотемур

Ключевые слова: пневмомеханическая установка, эллипсоидный щеточный очиститель, кормовые остатки, режимно-конструктивные параметры, критерий оптимизации, установка, очистка кормушек КРС, влияние.

Для определения влияния режимно-конструктивных параметров на критерий оптимизации, при работе установки для очистки кормушек КРС на ферме используются известные методики. Большинство случаев эти действия выполняют после проведения экспериментальных исследований. Критерий оптимизации служит для точного определения качества рабочего процесса.

После полного анализа рабочего процесса экспериментальной установки, были выбраны основные уровни варьирования выделенных факторов, такие как: диаметр щетки, частота вращения щетки, количество щеточных элементов (табл. 1). При этом, в качестве критерия оптимизации была выбрана степень очистки кормушек χ .

Таблица 1. - Факторы, уровни и интервалы варьирования

Фактор	Кодовое обозначение	Интервал варьирования	Уровни фактора		
			Основной 0	Верхний +1	Нижний -1
d – диаметр щетки, мм	X_1	50	350	400	300
ω – частота вращения щетки, мин ⁻¹	X_2	100	300	400	200
m – количество рядов щеточных элементов, шт	X_3	1	3	4	2

Для получения математической модели рабочего процесса в виде полинома второй степени реализован некомпозиционный план второго порядка, матрица планирования трехфакторного плана, значение которого χ при 15 кратном опыте находится в пределах 82.1-98.9.

После реализации всех опытов получен ряд значений, однородность дисперсии, которых проверялась по критерию Кохрена. Последний применяется в том случае, когда число опытов одинаково во всех строках матрицы плана эксперимента, что соответствует данному случаю. Было подсчитаны построчные дисперсии S_{yi}^2 , а затем определяли критерий Кохрена, который равен $G_{расч} = 0,18$.

Табличное значение критерия для уровня значимости $\alpha = 0,05$; числа степеней свободы $f_u = 2$ и числа опытов $N = 15$ составляет $G_{табл} = 0,198$ [2]. Следовательно, $G_{расч} < G_{табл}$, и ряд дисперсии можно считать статистически однородным.

С использованием известных математических формул и программы Mathcad рассчитаны коэффициенты регрессии и дисперсии характеризующие ошибки в определении коэффициентов уравнения регрессии. Рассчитанные коэффициенты регрессии составили: $b_0 = 86,233$; $b_1 = 3,137$; $b_2 = 2,675$; $b_3 = 1,488$; $b_{12} = 3,1$; $b_{13} = 1,125$; $b_{23} = -2,05$; $b_{11} = 2,546$; $b_{22} = 1,171$; $b_{33} = 0,846$. При этом, дисперсию S_y^2 воспроизводимости параметра оптимизации определяли по результатам опыта в центре плана, для чего составлялась вспомогательная таблица 2.

Таблица 2. - Вспомогательная таблица для расчета S_y^2

Номер опыта в центре плана	y_i	y_i	$ y_i - y_i $	$(y_i - y_i)^2$
13	86,7	86,233	0,467	0,21778
14	86,1		-0,133	0,01769
15	85,9		-0,333	0,11089

Согласно формуле:

$$S_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_0} (y_{i_0} - \bar{y}_0)^2}{n_0 - 1} = 0,17.$$

Дисперсии, характеризующие ошибки в определении коэффициента уравнения регрессии, составили: $S_{b_0}^2 = 0,057$; $S_{b_1}^2 = 0,021$; $S_{b_{ij}}^2 = 0,04$; $S_{b_i}^2 = 0,06$.

Значимость коэффициентов проверялись общеизвестным методом, и они оказались статистически значимыми.

Полученное уравнение регрессии имеет вид:

$$y = 86,233 + 3,137x_1 + 2,675x_2 + 1,488x_3 + 3,1x_1x_2 + 1,125x_1x_3 - 2,05x_2x_3 + 2,546x_1^2 + 1,171x_2^2 + 0,846x_3^2, \quad (1)$$

где факторы приведены в кодированной форме.

Раскодирование осуществлялось по формулам. После перехода к именованным величинам, уравнение регрессии (1) приняло вид:

$$\chi = 207,814 - 0,9035 \cdot d - 0,1985 \cdot \omega - 5,313 \cdot m + 0,00062 \cdot d \cdot \omega - 0,0225 \cdot d \cdot m - 0,0205 \cdot \omega \cdot m + 0,001 \cdot d^2 + 0,0001 \cdot \omega^2 + 0,846 \cdot m^2 \quad (2)$$

Адекватность полученной модели проверялась по критерию Фишера, где результат расчета соответствовал условию ($F_{\text{расч}} < F_{\text{табл}}$) и модель может быть признанной адекватной.

Для определения оптимальных значений изучаемых факторов необходимо составить систему дифференциальных уравнений, представляющих собой частные производные по каждому из трех факторов, и приравнять их к нулю. Система таких дифференциальных уравнений имеет вид:

$$\begin{cases} \frac{d\chi}{dx_1} = 5,092x_1 + 3,1x_2 + 1,125x_3 + 3,137 = 0; \\ \frac{d\chi}{dx_2} = 3,1x_1 + 2,342x_2 - 2,05x_3 + 2,675 = 0; \\ \frac{d\chi}{dx_3} = 1,125x_1 - 2,05x_2 + 1,692x_3 + 1,488 = 0. \end{cases} \quad (3)$$

Решая полученную систему уравнений (3) при помощи обратной матрицы, и программы Mathcad, определим оптимальные значения факторов. Оптимальные значения факторов после раскодирования приведены в табл. 3.

Таблица 3. - Оптимальные значения факторов

Фактор	Значение фактора	
	кодированное	раскодированное
d – диаметр щетки, мм	$x_1 = -0,988$	$d = 300,6$
ω – частота вращения щетки, мин ⁻¹	$x_2 = 0,48$	$\omega = 348$
m – количество рядов щеточных элементов, шт	$x_3 = 0,359$	$m = 3,359$

В уравнение регрессии (1) подставляем оптимальное значение фактора (например, x_1), кроме двух, и получаем зависимость исследуемой переменной от двух факторов (x_2, x_3) при определенном значении x_1 . Затем, задавая разные значения исследуемой зависимой переменной, получаем семейство кривых равного отклика, дающих наглядное представление о поверхности отклика. Для примера рассмотрим

построение контурных кривых поверхности отклика при $x_1 = -0,988$. Данное значение подставим в уравнение (1), в результате чего получим следующее выражение:

$$Y = 85,619 - 0,385x_2 + 0,377x_3 - 2,05x_2x_3 + 1,171x_2^2 + 0,846x_3^2; \quad (4)$$

Аналогично при $x_2 = 0,48$:

$$Y = 87,787 + 4,625x_1 + 0,504x_3 + 1,125x_1x_3 + 2,546x_1^2 + 0,846x_3^2; \quad (5)$$

Аналогично при $x_3 = 0,359$:

$$Y = 86,872 + 3,541x_1 + 1,939x_2 + 3,1x_1x_2 + 2,546x_1^2 + 1,171x_2^2; \quad (6)$$

Полученные уравнения приводим к каноническому виду. На первом этапе канонического преобразования начало координат переносим в особую точку – центр фигуры.

Для определения координат центра S фигуры уравнение (4) дифференцируем по x_2 и x_3 . Полученные выражения приравняем к нулю:

$$\begin{cases} \frac{dY}{dx_2} = -0,385 + 2,342x_2 - 2,05x_3 = 0; \\ \frac{dY}{dx_3} = 0,377 - 2,05x_2 + 1,692x_3 = 0, \end{cases} \quad (7)$$

откуда получим $x_{2S} = 0,517$ и $x_{3S} = 0,402$.

Для определения координат центра S фигуры уравнение (5) дифференцируем по x_1 и x_3 полученные выражения приравняем к нулю:

$$\begin{cases} \frac{dY}{dx_1} = 4,625 + 5,092x_1 + 1,125x_3 = 0; \\ \frac{dY}{dx_3} = 0,504 + 1,125x_1 + 1,692x_3 = 0, \end{cases} \quad (8)$$

откуда получим $x_{1S} = -0,988$ и $x_{3S} = 0,359$.

Для определения координат центра S фигуры уравнение (6) дифференцируем по x_1 и x_2 полученные выражения приравняем к нулю.

$$\begin{cases} \frac{dY}{dx_1} = 3,541 + 5,092x_1 + 3,1x_2 = 0; \\ \frac{dY}{dx_2} = 1,939 + 3,1x_1 + 2,342x_2 = 0, \end{cases} \quad (9)$$

откуда получим $x_{1S} = -0,986$ и $x_{2S} = 0,477$.

Подставив в уравнение (4, 5, 6), соответственно вместо x_2 и x_3 координаты центра фигуры x_{2S} и x_{3S} , вместо x_1 и x_3 координаты x_{1S} и x_{3S} , и вместо x_1 и x_2 координаты x_{1S} и x_{2S} , получим одинаковое значение равномерности $Y_l = 85,59$ в центре поверхности отклика.

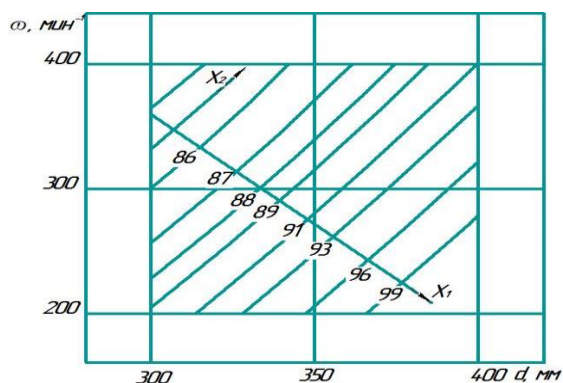
Согласно расчетных формул, определив угол поворота осей координат в точке S были рассчитаны канонические коэффициенты, после чего канонические формы уравнения регрессии будут иметь вид:

$$Y - 85,59 = 0,613X_2^2 + 1,404X_3^2; \quad (10)$$

$$Y - 85,59 = 1,947X_1^2 + 1,444X_3^2; \quad (11)$$

$$Y - 85,59 = 3,552X_1^2 + 0,164X_2^2. \quad (12)$$

Данные выражения (10), (11), (12) представляют собой уравнения эллипса, так как оба коэффициента



при неизвестных членах имеют одинаковые знаки. Подставляя в эти уравнения различные значения критерия оптимизации, получим уравнения контурных кривых эллипсов, по которым строились двумерные сечения поверхности откликов (рис. 1), (рис. 2), (рис. 3).

Рис 1. Зависимость величины степени очистки

кормушек χ , от диаметра щетки $d (X_1)$ и частоты вращения щетки $\omega (X_2)$ при количестве рядов щеточных элементов $m = 3,359$ шт

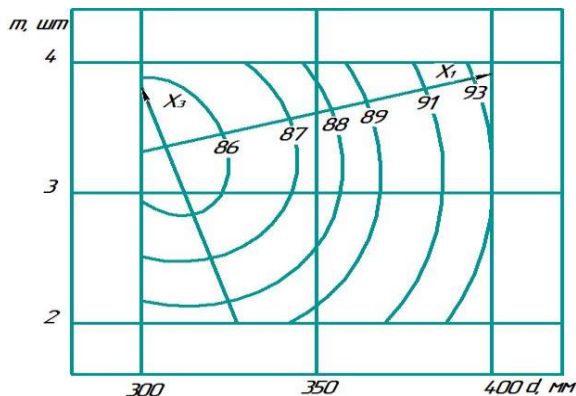


Рис 2. Зависимость, характеризующая величину степени очистки кормушек χ , от диаметра щетки $d (X_1)$ и количест-

ва рядов щеточных элементов $m (X_3)$ при частоте вращения щетки $\omega = 348$ мин⁻¹

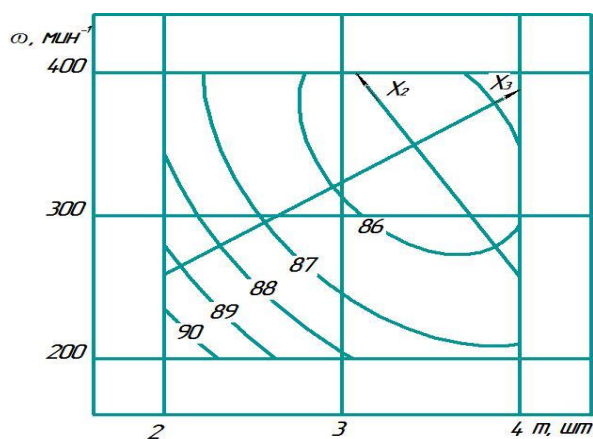


Рис 3. Зависимость величины степени очистки кормушек χ , в зависимости от частоты вращения щетки $\omega (X_2)$ и количества рядов щеточных элементов $m (X_3)$ при диаметре щетки $d = 300,6$ мм

Таким образом, исследования и проведенные расчеты показывает, что условным оптимумом функции является особая точка – центр поверхности отклика. Данная точка дает наглядное представление о наиболее благоприятном сочетании факторов исследуемого процесса. Из центра проводят координатные оси главных направлений

канонического уравнения.

Графический анализ поверхности откликов позволяет для каждого конкретного случая определить оптимальное значение χ степени очистки кормушек в зависимости от диаметра щетки d , частоты вращения щетки ω и количества рядов щеточных элементов m [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий – М.: Наука, 1976. – 279 с.
2. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных – М.: Колос, 1967. – 159 с.
3. Вольф В.Г. Статистическая обработка опытных данных – М.: Колос, 1966. – 134 с.
4. Мельников С.В., Алешин В.Р., Рошин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов – Л.: Колос, 1980. – 168 с.

АННОТАЦИЯ

НАТИҶАҶОИ ОМУЌИШИ ТАҶРИБАВИИ РАВАНДИ КОРИИ ТАЪСИРИ ПАРАМЕТРҶОИ СОҶТОРӢ ВА ТАРРОҶИИ ДАСТГОҶ БАРОИ ТОЗА НАМУДАНИ ОХУРҶОИ ФЕРМАҶОИ ЧОРВОИ КАЛОН БА МЕЪЁРҶОИ ОПТИМИЗАТСИЯ

Натиҷаҳои омузиши таҷрибавии раванди кории таъсири параметрҳои соҳторӣ ва тарроҳии дастгоҳ барои тоза ва безаргардонии охурҳои фермаҳои чорвои калон ба меъёрҳои оптимизатсия, ки ба мо имкон медиҳад шакли қабулшудаи охурҳоро пурра тоза кунад ва партовҳоро ба бордони ядак равона

намуда, илова бар ин ба мо имкон медиҳад микротоксинҳо ва бактерияҳои чиркинро аз охурҳо нест намояд.

ANNOTATION

INFLUENCE OF MODE AND CONSTRUCTIVE INSTALLATION PARAMETERS FOR CLEANING FEDERAL CATTLE FEEDERS ON OPTIMIZATION CRITERIA

The results of an experimental study of the working process of the influence of the structural and design parameters of the installation for cleaning and disinfection of cattle farm feeders on the optimization criterion, which allows you to completely clean the accepted form of the feeder and discharge waste into the trailer body, in addition, allows you to destroy microtoxins and putrid bacteria from the feeders, are proposed.

Key words: *pneumomechanical installation, ellipsoidal brush cleaner, fodder residues, the influence of regime-structural parameters, optimization criterion, installation for cleaning feeders of cattle farms.*