

5. Григорьев Б.А., Свидченко А.И.//Теплофизические свойства углеводородов и нефтепродуктов. – М.: ЦНИИТНефтехим, 1981.–С. 52-60.

**METHOD OF FORECASTING AND EXPRESS
EDUCATE - ESTIMATION OF PARAMETERS QUALITY MOTOR
FUEL AT THEIR CHANGE**

V.P. Kuvachev

Summary

Interrelation of parameters quality of motor fuel is analyzed. A new method of forecasting and an estimation of parameters fuel at change of its quality are developed. The example and recommendation for use of a method at the enterprises make use of oil products is submitted.

УДК 631. 333.92 :631.22. 018

**ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ
ПРОЦЕСУ ЗНЕВОДНЮВАННЯ РІДКОГО ГНОЮ
БЕЗНАПІРНИМ ДУГОВИМ СЕПАРАТОРОМ**

Скляр Р.В., к.т.н

Таврійська державна агротехнічна академія

Тел/факс (0619) 42-05-70

Анотація - робота присвячена математичному плануванню експерименту при дослідженні процесу зневоднювання рідкого гною великої рогатої худоби безнапірним дуговим сепаратором та отриманню його оптимальних параметрів.

Ключові слова - рідкий гній, вологість твердої фракції, процес зневоднювання, поліном другого ступеню, оптимальні параметри.

Постановка проблеми. Метою функціонування дугового сепаратора є одержання твердої фракції визначеної вологості.

регламентовані нормами технологічного проектування ОНТП 17-85. А тому що вона залежить від цілого ряду параметрів сепаратора і властивостей гною, то теоретично підрахувати кінцеву вологість твердої фракції важко.

Аналіз останніх досліджень. На підставі проведеного теоретичного аналізу робочого процесу безнапірного дугового сепаратора рідкого гною великої рогатої худоби отримані аналітичні залежності для розрахунку його основних параметрів і виявлено вплив останніх на якість зневоднювання рідкого гною.

Формулювання цілей статті. Визначення функціонального взаємозв'язку між вологістю твердої фракції гною і основними параметрами сепаратору та на основі цього отримання їх оптимальних значень.

Робота виконувалась у відповідності із національною науково-технічною програмою УААН "Технологія і комплекти машин для виробництва і первинної переробки продукції тваринництва, П.1.1.6 "Розробка ресурсозберігаючих технологічних процесів і систем типорозрядних рядів машин і обладнання для ферм по виробництву молока в реформованих господарствах", і є складовою частиною теми досліджень факультету механізації сільського господарства Таврійської державної агротехнічної академії, підрозділ 12 "Розробка енергозберігаючих і екологічно чистих технологій і засобів механізації виробництва продукції тваринництва".

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні задачі:

- вибрати фактори, що впливають на якість зневоднювання;
- провести відсіваючі експерименти;
- провести експерименти по описанню процесу зневоднювання рівнянням регресії,
- одержати оптимальні параметри дугового сепаратора.

Основна частина. Якість зневоднювання рідкого гною визначається кінцевою вологістю твердої фракції гною, вона і буде параметром оптимізації. Як впливає з проведених досліджень [3,4] основними факторами, що впливають на кінцеву вологість твердої фракції $W''_{тф}$, є: вологість вихідного гною W_n , початкова висота потоку h_o , фракційний склад рідкого гною КРС d_{ϕ} кут нахилу α і довжина похилої ділянки фільтрувальної перегородки l_2 , сила притиснення P_d і внутрішній тиск валика діаметр його P_B , ширина щілини перегородки b , кутова швидкість обертання віджимного

устрою ω . Кут нахилу фільтрувальної перегородки α , довжина l_2 і початкова вологість W_H будуть визначені експериментально. Варіювання відібраних факторів проводилося (табл. 1) у межах, обумовлених можливими режимами роботи дугового сепаратора і параметрами його робочих органів.

Помилку експерименту підраховували по формулі

$$S_{bi} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^m (y_{ij} - \bar{y}_i)^2}{n n_i (m-1)}}, \quad (1)$$

де n_i - кількість дослідів із повтореннями; m - кількість повторень кожного досліді; y_{ij} - значення параметра оптимізації для i -го фактора в j -ом досліді; \bar{y}_i - середнє арифметичне значення параметра оптимізації y_i у повторних дослідіах.

Довірчий інтервал знаходили по формулі

$$\Delta b_i = \pm t S_{bi} \approx \pm 2 S_{bi}, \quad (2)$$

де t - критерій Ст'юдента.

Фактори, що незначно впливають на параметр оптимізації, будуть мати коефіцієнти регресії менші або близькі до довірчого інтервалу, тобто $|b_i| \leq |\Delta b_i|$.

У результаті реалізації матриці відсіваючих експериментів одержали коефіцієнти регресії кожного фактора по проведених дослідіах $b_1 = 0,804$; $b_2 = 0,160$; $b_3 = 0,102$; $b_4 = -0,570$; $b_5 = 20,688$; $b_6 = -0,860$; $b_7 = -0,190$.

Помилка експерименту, виходячи з даних повторних дослідіів, становитиме $S_{b_i} = 0,084$. Довірчий інтервал знаходили по формулі (2) $\Delta b_i = 0,193$, а виходячи з вище викладеної умови, можна зробити висновок, що на кінцеву вологість твердої фракції мають істотний вплив такі фактори: кутова швидкість обертання віджимного пристрою, сила притиснення валика, внутрішній тиск і його діаметр.

Аналіз наявних теоретичних залежностей показав, що зв'язок між кінцевою вологістю твердої фракції і зазначеними факторами є нелінійним. Тому процес зневоднювання твердої фракції описували математичною моделлю виду [1]

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{14} x_1 x_4 + b_{23} x_2 x_3 + b_{34} x_3 x_4 + b_{24} x_2 x_4 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2 + b_{33} x_3^2 + b_{44} x_4^2, \quad (3)$$

де y - параметр оптимізації; b_0 - коефіцієнт при вільному члені; $b_1...b_4$ - коефіцієнти при лінійних членах; $b_{12}...b_{34}$ - коефіцієнти при парних взаємодіях; $b_{11}...b_{44}$ - коефіцієнти при квадратичних членах.

Таблиця 1- Рівні і інтервали варіювання факторів відсіваючих експериментів по обґрунтуванню параметрів дугового сепаратора

Найменування факторів	Інтервал варіювання	Одиниця виміру	Рівні варіювання факторів			Позначення
			-1	0	+1	
Кутова швидкість віджимного пристрою	0,6	с ⁻¹	0,6	1,2	1,8	X ₁
Початкова глибина потоку	0,009	м	0,006	0,015	0,024	X ₂
Фракційний склад рідкого гною	0,8	мм	0,4	1,2	2,0	X ₃
Сила притиснення валика	100	н	250	350	450	X ₄₍₂₎
Внутрішній тиск валика	2	кПа	1	3	5	X ₅₍₃₎
Діаметр валика	50	мм	100	150	200	X ₆₍₄₎
Ширина щілини фільтрувальної перегородки	1,2	мм	0,6	1,8	3,0	X ₇

Для проведення експериментів по дослідженню процесу зневоднення рідкого гною поліномом другого ступеня прийняли композиційний ортогональний план (ЦКОП) [1]. Обумовлено це тим, що він при меншій кількості дослідів дозволяє одержати незалежні оцінки коефіцієнтів регресії з мінімальною дисперсією. План мав ядро 2⁴, зоряні і нульову точки. Розмір зоряного плеча для чотирьох факторів рівнявся 1,414 [2]. Фіктивний фактор X₀ у всіх дослідах знаходився на верхньому рівні (+1).

Для одержання математичної моделі (3) була реалізована розширена матриця планування чотирьохфакторного експерименту.

Після цього одержали коефіцієнти нелінійної моделі

$$\begin{array}{lllll}
 b_0 = 75,94 & b_1 = 1,75 & b_{12} = -0,02 & b_{23} = 0,01 & b_{11} = 0,03 \\
 & b_2 = -0,95 & b_{13} = 0,10 & b_{24} = 0,27 & b_{22} = -0,45 \\
 & b_3 = 0,63 & b_{14} = -0,44 & b_{34} = 0,06 & b_{33} = 1,14 \\
 & b_4 = -1,02 & & & b_{44} = 0,32
 \end{array}$$

Використовуючи критерій Ст'юдента з рівнем значимості 5%, визначили критичне значення для коефіцієнтів регресії.

Розрахункові значення для коефіцієнтів регресії відповідно

$$\begin{array}{cccccc}
 t_0 = 1017,5 & t_1 = 20,41 & t_{12} = 0,25 & t_{23} = 0,14 & t_{11} = 0,26 \\
 t_2 = 11,06 & t_{13} = 1,06 & t_{24} = 2,89 & t_{22} = 4,06 \\
 t_3 = 7,36 & t_{14} = 4,61 & t_{34} = 0,60 & t_{33} = 10,26 \\
 t_4 = 11,87 & & & t_{44} = 2,90
 \end{array}$$

Порівнюючи, можна зробити висновки, що коефіцієнти

$$t_{12}, t_{13}, t_{23}, t_{24}, t_{11} - \text{незначимі.}$$

Таким чином, отримана математична модель має вид

$$\begin{aligned}
 y_i = 75,94 + 1,75x_1 - 0,95x_2 + 0,63x_3 - 1,02x_4 - 0,44x_1x_4 + 0,06x_1x_4 - \\
 - 0,45x_2^2 + 1,14x_3^2 + 0,32x_4^2 \quad (4)
 \end{aligned}$$

Для визначення адекватності моделі, порівняли критичне і розрахункове значення критерію Фішера $1,65 < 1,78$

Таким чином, отримана нелінійна модель, адекватна дослідним даним, тобто її можна використовувати при побудові області оптимуму і визначення координат для зазначених факторів. За результатами експериментів розраховували коефіцієнти рівняння регресії в матричній формі, користуючи пакетом Microsoft Excel. Оцінка значимості проводилася за критерієм Ст'юдента, адекватність рівняння регресії перевіряли за критерієм Фішера.

При встановленні адекватності рівняння регресії, його аналіз проводили методом двомірних перетинів [1]. Для оптимізації його існує перетворення, що дозволяє одержати графічну й аналітичну інтерпретацію області оптимуму. Це перетворення називають канонічним. Канонічне перетворення вихідного рівняння регресії другого порядку (4) являє собою перехід до стандартного рівняння

$$y - y_s = \sum_{i=1}^n B_{ii} X_i^2, \quad (5)$$

де y - значення вихідний перемінної в центрі поверхні відгуку; B_{ii} - коефіцієнти канонічного рівняння; X_i - канонічні перемінні.

Перехід до нового рівняння здійснили переносом початку координат у точку центру поверхні відгуку. Для цього взяли приватні похідні по x_1, x_2, x_3, x_4 у рівнянні (4) і дорівняли їх до нуля. Вирішили систему отриманих рівнянь і цим знайшли координати

нового центру в старих осях (x_{1S} , x_{2S} , x_{3S} , x_{4S}). Підставляючи знайдені значення в рівняння (4), визначили розмір критерію оптимізації в точці S (Y_S).

Після переносу центру в точку S рівняння (4) записали по типу

$$Y = Y_S + \sum_{ij} b_{ij} x_i x_j + \sum_i b_{ii} x_i^2. \quad (6)$$

Потім у новому початку координат S осі координат повертали на рiг α . У результаті чого одержали канонічну форму другого порядку типу (5).

Для підтвердження результатів, отриманих на ПЕОМ, провели ручний підрахунок. При цьому одержали координати нового центру: $x_{1S} = 0,15$; $x_{2S} = 0,98$; $x_{3S} = -0,18$; $x_{4S} = -0,09$.

Підставивши значення в рівняння регресії (6), одержали значення перемінною стана в центрі S $y_i = W_{mf} = 75,51\%$.

При розкодуванні математичної моделі отримали

$$y_i = -0,732 - 0,877\omega + 0,026P_d - 1,8P_B + 0,168d - 0,003\omega d + 0,003P_B d - 0,00005P_d^2 + 0,284P_B^2 + 0,00013d^2. \quad (7)$$

Розкодований центр при оптимумі відповідає $\omega = 0,82 \text{ с}^{-1}$; $P_d = 498 \text{ Н}$; $P_B = 2,64 \text{ кПа}$; $d = 145,5 \text{ мм}$.

Розглядалися можливі двовимірні перетини, що мають найбільше практичне значення [2]. Побудова поверхонь відгуку здійснювалася за допомогою пакетів MathCad і Microsoft Excel.

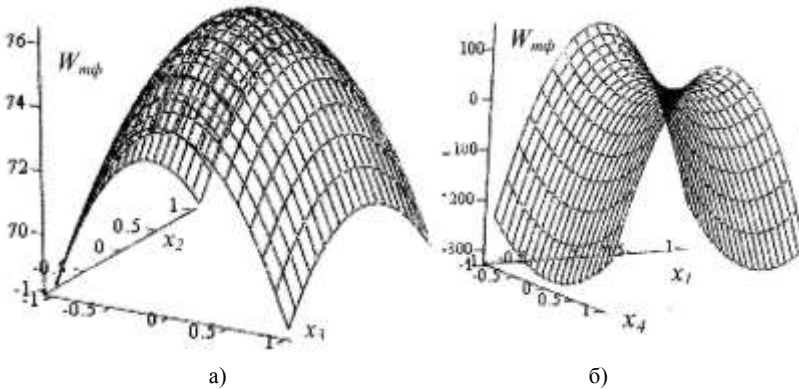


Рис. 1. Двовимірні перетини: а) при $x_1 = 0$, $x_4 = 0$; б) при $x_2 = 0$; $x_3 = 0$

Висновки. В результаті математичного планування експерименту отримано, що на вологість твердої фракції мають істотний вплив такі фактори: кутова швидкість віджимного пристрою, сила притиснення валика, внутрішній тиск і його діаметр. Канонічний аналіз рівняння регресії дав можливість отримати такі оптимальні параметри: $\omega = 0,82 \text{ с}^{-1}$; $P_{\delta} = 498 \text{ Н}$; $P_{\epsilon} = 2,64 \text{ кПа}$; $d = 145,5 \text{ мм}$. Впровадження дугового сепаратора з цими параметрами дозволило отримати вологість твердої фракції 75,5%, що відповідає агрозоотехнічних вимогам.

Література

1. *Мельников С.В., Аleshкин В.Р., Роцин П.М.* Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. - Л.: Колос, 1972.
2. *Бондарь А.Г., Статюха Г.А.* Планирование эксперимента в химической технологии. - Киев: Вища школа, 1976, - 184 с.
3. *Скляр Р.В.* Теоретичний аналіз розподілу гною на фракції за допомогою дугового сепаратора // Міжвідомчий тематич. наук, збірн.: Механізація та електрифікація сільського господарства. - Вин. 83, - ГЛЕВАХА: ННЦ"ІМЕСГ", 2000. -С. 142-147.
4. *Скляр Р.В.* Математичне описання взаємодії віджимного валика з гном у безнапірному дуговому сепараторі // Праці Таврійської державної агротехнічної академії - Вип.12, - Мелітополь: ТДАТА, 2003.-С.91-96.

PLANNING OF EXPERIMENT AT RESEARCH OF PROCESS WITHOUT WATER LIQUID MANURE NON-RAMMING ARC SEPARATOR

R. Skljär

Summary

The work is devoted to mathematical planning experimental at research of process without water liquid manure of large horned cattle non-ramming arc separator and reception of its optimum parameters.