

## **Аннотация**

### **ВЛИЯНИЕ УПРУГОСТИ ЛЕНТЫ И ТРЕНИЯ В ЛЕНТОЧНО-БАРАБАННОМ МЕХАНИЗМЕ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЭЛЕВАТОРОВ**

*Приведен метод получения кривых скольжения в зависимости от упругости ленты и трения в передаче, что позволяет выбрать режим работы ленточно-барабанного механизма норки без пробуксовки при высоких значениях КПД.*

***Ключевые слова:** сила трения, упругое скольжение, тяговая способность, углы покоя и скольжения, коэффициент полезного действия.*

## **Abstract**

### **THE INFLUENCE OF ELASTICITY AND FRICTION TAPE IN THE TAPE - REEL MECHANISM ON THE OPERATION OF THE ELEVATORS**

*The method of obtaining the slip curves is given, depending on the elasticity of the tape and friction in the transmission, which allows to select the operating mode of the tape-drum mechanism of the burrow without breaking at high values of the coefficient of efficiency*

***Keywords:** friction force, elastic slip, traction ability, angles of rest and slip, coefficient of effectiveness.*

**УДК 665.3:658.512-042.55**

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИДІЛЕННЯ ДОМІШОК ОЛІЙНОЇ СИРОВИНИ З ВІДХОДІВ СПОСОБОМ РОЗДІЛЕННЯ СУМІШІ НА ГІРАЦІЙНОМУ СЕПАРАТОРІ**

**Богомолів О.В., д.т.н., проф., Ільїн В.І., асистент,  
Ільїна Н.О., асистент**

*(Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка)*

*За допомогою активного планування експерименту вивчено поверхні відгуку, які характеризують засміченість суміші, методом двомірних перетинів. Проведено графо-аналітичний аналіз отриманих виразів та обрані оптимальні значення факторів впливу на процес виділення домішок олійної сировини.*

**Постановка задачі.** В даний час рентабельність виробництва

соняшнику, що є однією з основних олійних культур, залишається досить високою. Тому інтерес до виробництва соняшнику стабільно зростає. Насіння соняшнику, що надходять на олійноекстракційні заводи, неоднорідні і складаються з багатьох компонентів. Поряд з неоднорідністю насіння основної культури насіннева маса містить різні домішки: насіння бур'янів, частинки стебел, мінеральні домішки а також здрібнені частинки насіння соняшнику

**Аналіз основних досліджень.** Для поділу сипких сумішей на олійноекстракційних заводах широко використовують повітряно-решітні [1]. Основна маса домішок виділяється на цих машинах, але дрібні домішки, в яких є частинки насіння соняшнику потрапляють у відходи. У деяких видах відходів вміст домішки олійної сировини досягає 10 %.

В [2] запропоновано новий спосіб сепарації важкорозділимих сипких сумішей. Цей спосіб добре зарекомендував себе при сепарації деяких зернових культур, а саме гірчиці, ріпаку та ін. Але для виділення домішки олійної сировини не застосовувався. Для реалізації цього способу при очищенні відходів сепарації насіння соняшнику був розроблений гіраційний сепаратор [3].

**Мета досліджень.** Визначити оптимальні значення параметрів сепаратора, які мають істотний вплив на процес виділення домішок за допомогою активного планування експерименту та проведення графо-аналітичного аналізу отриманих виразів.

**Основні матеріали досліджень.** В якості робочого матеріалу для досліджень роботи гіраційного сепаратора використовували відходи насіннеочисної машини типу БСХ -100, які є проходом через решето з діаметром отворів – 2 мм, з вмістом домішки олійної сировини 9,2 %.

Для дослідження процесу виділення домішки олійної сировини був застосований метод активного планування експерименту. Після проведення теоретичних досліджень і серій попередніх дослідів в якості факторів були взяті 3 основних параметри: кут нахилу валків щодо вертикальної осі сепаратора - X1; частота обертання верхнього валка - X2; частота обертання нижнього валка - X3. Випробування проводилися по матриці трирівневого плану Боксу - Бенкіна другого порядку в 3-х кратній повторюваності.

Вміст домішки визначали на вібраційному класифікаторі з набором решіт, які мають круглі отвори діаметром від 0,2 до 3 мм, з подальшим виділенням домішки олійної сировини вручну. Середню пробу продукту масою 100 г просівали на класифікаторі. Отримані

фракції зважували на електронних лабораторних вагах з точністю до 0,01 г. Визначали вміст домішки в %.

Для забезпечення інтерпретації отриманих результатів дослідження при вивченні поверхні відгуку був використаний метод двомірних перетинів. Побудова двомірних перетинів функції відгуку виконувалися в такий спосіб. В отриману раніше математичну модель

$$y = 49,2111 + 2,15x_{12} - 4,1417x_{13} - 2,075x_{23} + 3,1257x_1^2 + 4,1132x_2^2 + 3,8778x_3^2 \quad (1)$$

підставлялися закодовані значення всіх факторів, крім будь-якого одного, причому в першу чергу досліджувалися ті перетини, які мають найбільш практичне значення. Далі в отриманому виразі визначався центр поверхні відгуку і вироблялося канонічне перетворення моделі другого порядку.

Після канонічного перетворення визначався тип поверхні відгуку і проводився графо-аналітичний аналіз отриманого виразу.

Найбільше практичне значення впливу факторів на процес сепарації дрібних відходів виробництва рослинної олії має двомірний перетин поверхні відгуку, що характеризує ступінь засміченості суміші в залежності від величини кута нахилу валків відносно вертикальної осі ( $\beta$ ) і частоти обертання верхнього вала ( $\omega_1$ ). Для отримання цього перетину підставляємо значення  $x_3=0$  в рівняння (1).

В результаті маємо:

$$y = 49,2111 - 0,0958x_1 - 0,0125x_2 + 2,15x_{12} + 3,1257x_1^2 + 4,1132x_2^2 \quad (2)$$

Для визначення центру поверхні відгуку складена система диференціальних рівнянь, що представляють частинні похідні по факторам  $x_1$  і  $x_2$ :

$$\begin{aligned} \frac{\partial y}{\partial x_1} &= b_1 + b_{12}x_2 + 2b_{11}x_1 = 0 \\ \frac{\partial y}{\partial x_2} &= b_2 + b_{12}x_1 + 2b_{22}x_2 = 0 \\ \frac{\partial y}{\partial x_1} &= -0,0958 + 2,15x_2 + 6,2514x_1 = 0 \\ \frac{\partial y}{\partial x_2} &= -0,0125 + 2,15x_1 + 8,2264x_2 = 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Після вирішення системи диференційних рівнянь (3) відносно невідомих були визначені координати центру поверхні відгуку.

$$x_1 = 0,0163$$

$$x_2 = -0,0027$$

Підставимо значення  $x_1$  і  $x_2$  в рівняння (2), та отримаємо значення ступеня засміченості суміші в центрі поверхні відгуку, яке дорівнює:

$$Y_s = 49,2103\%$$

Для канонічного перетворення рівняння (2) вирішуємо його характеристичне рівняння:

$$V^2 + pV + q = 0 \quad (4)$$

$$V^2 - 7,2389V + 11,701 = 0$$

Власними корнями характеристичного рівняння (4) будуть:

$$V_1 = 2,4365$$

$$V_2 = 4,8024,$$

а саме рівняння в канонічній формі запишеться:

$$Y - 49,2103 = + 2,4365x_1^2 + 4,8024x_2^2 \quad (5)$$

Кут оберту нових координатних осей в центрі поверхні відгуку для нашого випадку  $\alpha = -32,6653$ .

Підставимо різні значення ступеня засміченості суміші в рівняння (5), отримуємо рівняння відповідних контурних кривих - еліпсів, які в сукупності становлять ціле сімейство пов'язаних еліпсів (ліній рівного значення ступеня засміченості суміші). Результати розрахунків представлені на рис. 1

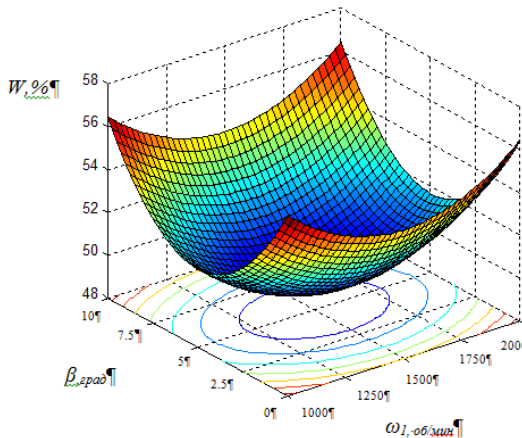


Рис. 1. Двомірний перетин поверхонь відгуку, який характеризує засміченість суміші при  $x_3=0$

Максимальне значення показника в перетині поверхонь відгуку  $W=49,2103\%$  має місце з кутом нахилу валків  $\beta=5,2^\circ$  і частотою обертання верхнього валу  $\omega_1=1522$ об/хв. На підставі отриманої

поверхні відгуку маємо такі результати: допустимі значення розглянутих факторів знаходяться в межах  $\beta = 2,8 \dots 6,7^0$ , и  $\omega_1 = 1200 \dots 1780$  об/хв.

Не менш важливе практичне значення при роботі гіраційного сепаратора має місце двомірний перетин поверхні відгуку, що характеризує засміченість суміші в залежності від кута нахилу валків ( $\beta$ ) и частоти обертання нижнього вала ( $\omega_2$ ). Для отримання цього перетину підставляємо значення  $x_2 = 0$  в рівняння (1). В результаті маємо:

$$y = 49,2111 - 0,0958x_1 + 0,075x_3 - 4,1417x_{13} + 3,1257x_1^2 + 3,8778x_3^2 \quad (6)$$

Для визначення координат центру поверхні відгуку складена система диференційних рівнянь, що представляють частинні похідні по факторам  $x_1$  и  $x_3$ :

$$\begin{aligned} \frac{\partial y}{\partial x_1} &= b_1 + b_{12}x_2 + 2b_{11}x_1 = 0 \\ \frac{\partial y}{\partial x_3} &= b_3 + b_{13}x_1 + 2b_{33}x_3 = 0 \\ \frac{\partial y}{\partial x_1} &= -0,0958 - 4,1417x_2 + 6,2514x_1 = 0 \\ \frac{\partial y}{\partial x_3} &= 0,075 - 4,1417x_1 + 7,7556x_3 = 0 \end{aligned} \quad (7)$$

Після вирішення системи диференційних рівнянь (7) відносно невідомих були визначені координати центру поверхні відгуку.

$$\begin{aligned} x_1 &= 0,0138 \\ x_3 &= -0,0023 \end{aligned}$$

Підставимо значення  $x_1$  и  $x_3$  в рівняння (6), та отримаємо значення ступеня засміченості суміші в центрі поверхні відгуку, яке дорівнює:

$$Y_s = 49,2104$$

Для канонічного перетворення рівняння (6) вирішуємо його характеристичне рівняння

$$\begin{aligned} B^2 + pB + q &= 0 \\ B^2 - 7,0035B + 7,8324 &= 0 \end{aligned} \quad (8)$$

Власними корнями характеристичного рівняння (8) будуть:

$$B_1 = 1,397 \quad B_2 = 5,6065$$

а саме рівняння в канонічній формі запишеться:

$$Y - 49,2104 = + 1,397x_1^2 + 5,6065x_2^2 \quad (9)$$

Кут оберту нових координатних осей в центрі поверхні відгуку

для даного випадку:  $\alpha = 39,8538$ .

Підставимо різні значення ступеня засміченості суміші в рівняння (9), отримемо рівняння відповідних контурних кривих - еліпсів, які в сукупності становлять ціле сімейство пов'язаних еліпсів (ліній рівного значення ступеня засміченості суміші). Результати розрахунків представлені на рис. 2

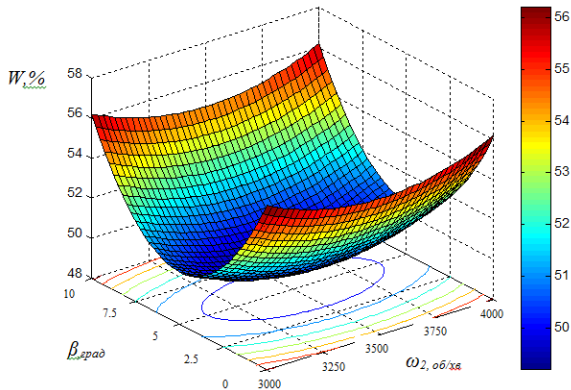


Рис. 2. Двомірний перетин поверхонь відгуку, який характеризує засміченість суміші при  $x_2=0$

З рис.2, максимальне значення показника в перетині поверхонь відгуку  $W=49.2104\%$  має місце з кутом нахилу валків  $\beta = 5.3^0$  и частотою обертання нижнього вала  $\omega_2=3500$  об/хв. На підставі отриманої поверхні відгуку маємо такі результати: допустимі значення розглянутих факторів знаходяться в межах  $\beta = 2,9..7,1^0$  та  $\omega_2= 3125...3875$  об/хв.

При розгляді двомірного перетину поверхонь відгуку за рівнянням регресії (1) відносно факторів: частота обертання верхнього вала ( $\omega_1$ ) і частота обертання нижнього вала ( $\omega_2$ ), фактор кута нахилу валків  $x_1$  фіксувався на нульовому рівні.

В результаті розрахунків отримано наступне рівняння:

$$y = 49,2111 - 0,0125x_2 + 0,075x_3 - 2,075x_{23} + 4,1132x_2^2 + 3,8778x_3^2 \quad (10)$$

Для визначення координат центру поверхні відгуку складена система диференційних рівнянь, що представляють частинні похідні по факторам  $x_2$  и  $x_3$ :

$$\frac{\partial y}{\partial x_2} = -0,0125 - 2,075x_2 + 8,2264x_2 = 0 \quad (11)$$

$$\frac{\partial y}{\partial x_3} = 0,075 - 2,075x_2 + 7,7556x_3 = 0$$

Після проведення математичних дій, отримаємо рівняння, яке в канонічній формі матиме наступний вигляд

$$Y - 49,2107 = + 1,397x_1^2 + 5,6065x_2^2 \quad (12)$$

Результати підрахунків представлені на рис. 3.

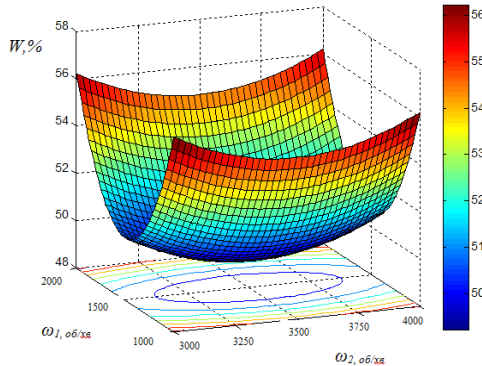


Рис. 3. Двомірний перетин поверхонь відгуку, який характеризує засміченість суміші при  $x_3=0$

Из рис.3, максимальне значення показника в перетині поверхонь відгуку  $W= 49,2107$  % має місце при частоті обертання верхнього вала  $\omega_1= 1490$  об/хв і нижнього вала  $\omega_2=3475$  об/хв. На підставі отриманої поверхні відгуку маємо такі результати: допустимі значення розглянутих факторів знаходяться в межах  $\omega_1=1375\dots1600$  об/хв,  $\omega_2= 3150\dots3900$  об/хв.

**Висновки.** На підставі дослідження процесу виділення домішок олійної сировини використання гираційного сепаратора дає змогу отримати досить вагомі показники[4].

При максимальній продуктивності заводу, кількість сміттевої домішки після проходження крізь насіннеочисну машину типу БСХ-100 – складає приблизно 6,7 т/добу[5].

При налаштуваннях сепаратора, які отримані в наслідок дослідження, кількість домішок олійної сировини с засміченістю 49%, складає 8% від добової продуктивності, або 530 кг готової сировини, яка витягнута з відходів, для подальшої переробки. Таким чином маса домішки олійної сировини складає 240 кг/добу, за рік -  $\approx 86,5$  т.

### Список літератури

1. Гортинский В.В. Процессы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях / В.В. Гортинский, А.Б. Демский, М.А. Борискин. – М.: Колос, 1980. – 304с.

2. Деклараційний патент на винахід № 63054, Україна, МПК В07В 7/01, В07В 13/10. Спосіб сепарування сипких матеріалів та пристрій для його здійснення / Богомолів О.В. - №2002204380; опубл. 15.01.2004, Бюл. №1.

3. Патент на корисну модель. 75896 Україна, МПК(2012.01) В07В 13/00.Сепаратор для сортування сипких сумішей / Богомолів О.В., Ільїн В.І.; власник Харківський національний технічний університет сільськогосподарства імені Петра Василенка. № у 2011 12748; заявка31.10.2011; публікація 25.12.2012, Бюл. №24.

4. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. ДСТУ 4138-2002. – [Чинний від 2004-01-01]. – К.:Держспоживстандарт України,2003. – 173с.

5. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 3, розділ 7. Очистка і сортування насіння / П.М. Заїка. – Хю: Око,2006. – 408 с.

### Аннотация

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫДЕЛЕНИЯ МАСЛИЧНОЙ ПРИМЕСИ ИЗ ОТХОДОВ СПОСОБОМ РАЗДЕЛЕНИЯ СМЕСИ НА ГИРАЦИОННОМ СПЕПАРАТОРЕ**

*С помощью активного планирования эксперимента изучено поверхности отклика, которые характеризуют засоренность смеси, методом двухмерных сечений. Проведено графо-аналитический анализ полученных выражений и выбраны оптимальные значения факторов влияния на процесс выделения масличной примеси.*

### Abstract

#### **RESEARCH OF PROCESS OF DETERMINATION OLIVE HERBS FROM WASTE VIA THE METHOD OF MIXTURE ON THE GIRACY SEPARATOR**

*With the help of active planning of the experiment, we studied the response surface, which characterize the contamination of the mixture, by the method of two-dimensional sections. The graph-analytical analysis of the obtained expressions was carried out and the optimal values of the factors influencing the process of extracting the oil impurity were selected.*