ІІ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ ТА ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

УДК 664.6/.7:62-634.5:677.021.151.22

ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ОТРИМАННЯ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ ШЛЯХОМ ВИДАЛЕННЯ НАСІННЄВИХ ОБОЛОНОК

Бандура В.М.
Бережнюк Д.П.
Жегалюк О.В.
Вінницький національний аграрний університет

Рассмотрели процесс обрушения семян рапса с целью повышения выхода масла. Теоретически обосновано влияние механических характеристик оболочки семян и зазора между валками для определения нормального усилия, приложенного к семенам

Considered the process of collapse of rapeseed to increase oil yield. Theoretically grounded influence of mechanical characteristics of the seed shell and the gap between the cylinders to determine the normal force that applied to the seed

Вступ

Олійні насіння є джерелом виробництва необхідних і легкозасвоюваних продуктів харчування і високоякісних кормів, якість яких характеризується наявністю цінних речовин: ліпідів і протеїнів, що містяться в основному в ядрі. В інших морфологічних частинах насіння їх міститься значно менше. А в оболонці, крім того, знаходяться різні небажані речовини, які при переробці переходять в олію і макуху і погіршують їх якість. В оболонці істотно вищий вміст сирої клітковини і безазотистих екстрактивних речовин в порівнянні з ядром. Тому для виробництва високоякісних продуктів переробки необхідно видалення насіннєвої оболонки. Однак отримати "чисте" ядро з насіння дуже важко.

Фізико-механічні властивості насіння і його окремі морфологічні частини є визначальними в процесі видалення насіннєвої оболонки олійних культур, який ґрунтується на: сколюванні, стисненні, розрізанні, ударі і терті.

Величина зусилля обрушування зерна ріпаку залежить від двох груп чинників. Перша група - це фактори, що визначають властивості насіння та їх морфологічних частин: структурними, фізичними і хімічними. Друга група чинників визначається видом навантаження: статичне або динамічне, і напрямком прикладання сил.

Мета і завдання досліджень

Метою досліджень є теоретичне обґрунтування визначення нормального зусилля руйнування насіннєвої оболонки ріпаку

Міцність насіння олійних культур визначається в основному властивостями оболонки, а також ядра і зусиллями зв'язку між ядром і оболонкою.

Вибір способу видалення насіннєвої оболонки визначається основними механічними характеристиками оболонки: міцністю, пружністю і пластичністю.

Найбільш прийнятним пристроєм для видалення оболонки насіння олійних культур є вальцьові установки, принцип роботи яких заснований на створенні нормальних і дотичних зусиль.

Видалення оболонки насіння ріпаку відбувається в робочій зоні двох кінематично зв'язаних вальців, що мають однаковий модуль пружності і що обертаються в протилежні сторони.

Процес видалення насінної оболонки можна умовно розділити на дві фази:

- захват насіння вальцями;
- стискування і зрушення оболонки.

По суті, обидві фази протікають нерозривно, оскільки з моменту захвату починається і стискування насіння. Процес захвату насіння вальцями досить складний і залежить від багатьох чинників, які недостатньо вивчені.

До таких факторів належать: зчіплюваність поверхні насіння з робочою поверхнею вальців, що характеризується коефіцієнтом тертя; діаметр вальців; зазор між вальцями; окружні швидкості вальців і деякі інші [1, 2, 3, 4, 5].

Умова захоплення має важливе значення при вивченні процесу видалення оболонки насіння, так як воно визначає можливості застосування вальцьових робочих органів для пропуску насіння різного діаметру.

У вальцьових верстатах матеріал, що подрібнюють, потрапляє поміж вальцями, рис.1, де за умови, що

$$f > tg\varphi \qquad (1)$$

де f – коефіцієнт тертя, φ – кут, що відповідає на ширині зони розмелення (робочої зони), точка M зернини проходить шлях $OO_1 = l$, рис.2.

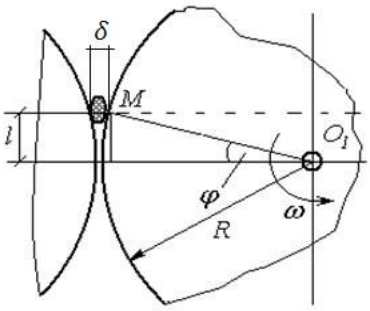

Рис. 1

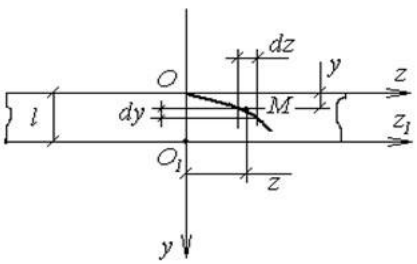

Рис. 2

Напрямок цього руху перпендикулярний до осі обертання робочого вальця O_1z_1, що вкажемо віссю Oy. Рух у напрямку осі Oy є першим ступенем вільності. Він відбувається із швидкістю $V_y = \omega \cdot R$, де ω – кутова швидкість обертання вальця, R – радіус вальця. Швидкість V_y є сталою величиною, тому координата y буде мати вигляд:

$$y = V_y t = \omega R t \quad , \qquad (2)$$

де t – поточний параметр часу.

Однією з умов, що підвищують технологічну ефективність видалення насіннєвої оболонки на вальцях, є збереження цілісності ядра, яке сприяє утворенню менш олійної оболонки і зниженню втрат олії, зменшенню замаслювання вальців і витрат на їх очищення.

Для виконання цієї умови визначається зусилля руйнування, при якому ядро залишається цілим, а відбувається лише руйнування пружної оболонки.

Взаємодія одного вальця і насіння, при проходженні ним робочої зони, можна розглядати як взаємодію пружної сфери і площини, так як радіус R вальця у багато разів перевищує радіус r насіння: R >> r (рис. 1.). Дія другого вальця представляється нормальним зусиллям N.

Для знаходження нормального зусилля N можна застосувати теорію Герца про тиск між двома дотичними тілами [6].

При стисненні насіння силою N вздовж нормалі в точці O_1 виникають місцеві деформації, що призводять до контакту насіння і вальця по малій круговій поверхні діаметром d_1. Вважаючи, що радіуси кривизни вальця і насіння дуже великі в порівнянні з радіусом межі поверхні контакту, до поверхні контакту застосовуються результати, отримані для напівнескінченних тіл [6].

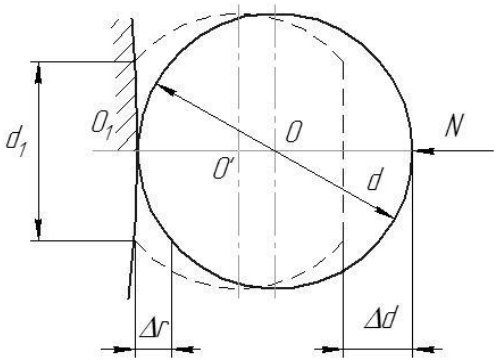

Рис. 3. Схема до визначення нормального зусилля, прикладеного до насіння між вальцями

Величина деформації Δr насіння визначається за формулою [6]

$$r = \left(\frac{1-v_1^2}{\pi E_1} + \frac{1-v_2^2}{\pi E_2}\right) \cdot q_0 \frac{\pi^2 r_1}{2}, \quad (3)$$

де E_1 и E_2 - модулі пружності, відповідно, вальця і насіння;

v_1 *і* v_2 - коефіцієнти Пуассона, відповідно, вальця і насіння;

q_0 - тиск в центрі поверхні контакту вальця і насіння;

r_1 - радіус поверхні контакту.

Тиск q_0 визначається за виразом [6]

$$q_0 = \frac{3N}{2\pi r_1^2}, \quad (4)$$

Підставивши вираз (4) в рівняння (3) можна отримати

$$\Delta r = \left(\frac{1-v_1^2}{\pi E_1} + \frac{1-v_2^2}{\pi E_2}\right) \cdot \frac{3N}{2\pi r_1^2} \cdot \frac{\pi^2 r_1}{2} = \left(\frac{1-v_1^2}{E_1} + \frac{1-v_2^2}{E_2}\right) \cdot \frac{3N}{4r_1}, \quad (5)$$

Після заміни радіуса r_1 поверхні контакту на діаметр d_1 отримаємо

$$\Delta r = \frac{3N}{2d_1} \cdot \left(\frac{1-v_1^2}{E_1} + \frac{1-v_2^2}{E_2}\right) \quad (6)$$

Величина деформації Δd насіння дорівнює:

$$\Delta d = 2\Delta r = 2 \cdot \frac{3N}{2d_1}\left(\frac{1-v_1^2}{E_1} + \frac{1-v_2^2}{E_2}\right) = \frac{3N}{d_1} \cdot \left(\frac{1-v_1^2}{E_1} + \frac{1-v_2^2}{E_2}\right), \quad (7)$$

Радіус поверхні контакту визначається по формулі [6]

$$r_1 = \left(\frac{1-v_1^2}{\pi E_1} + \frac{1-v_2^2}{\pi E_2}\right) \cdot \frac{\pi^2 q_0 \cdot r}{2}, \quad (8)$$

де r - радіус насіння.

Підставивши в рівняння (8) вираз (4) можна отримати:

$$r_1 = \left(\frac{1-v_1^2}{\pi E_1} + \frac{1-v_2^2}{\pi E_2}\right) \cdot \frac{\pi^2 \cdot r \cdot 3N}{2 \cdot 2\pi r_1^2} = \frac{3N \cdot r}{4r_1^2}\left(\frac{1-v_1^2}{E_1} + \frac{1-v_2^2}{E_2}\right), \quad (9)$$

Звідки радіус r_1 поверхні контакту дорівнює:

$$r_1 = \sqrt[3]{\frac{3}{4} \cdot Nr\left(\frac{1-v_1^2}{E_1} + \frac{1-v_2^2}{E_2}\right)}, \quad (10)$$

Після заміни радіуса r насіння на діаметр d вийде:

$$r_1 = \sqrt[3]{\frac{3}{8} \cdot Nd\left(\frac{1-v_1^2}{E_1} + \frac{1-v_2^2}{E_2}\right)}, \quad (11)$$

Тоді діаметр d_1 поверхні контакту знаходиться як:

$$d_1 = 2r_1 = 2 \cdot \sqrt[3]{\frac{3}{8} \cdot Nd\left(\frac{1-v_1^2}{E_1} + \frac{1-v_2^2}{E_2}\right)} = \sqrt[3]{3Nd\left(\frac{1-v_1^2}{E_1} + \frac{1-v_2^2}{E_2}\right)}, \quad (12)$$

Якщо в рівняння (7) підставити вираз (12), то вийде величина деформації насіння:

$$\Delta d = \frac{\sqrt[3]{(3N)^3\left(\frac{1-v_1^2}{E_1}+\frac{1-v_2^2}{E_2}\right)^3}}{\sqrt[3]{3Nd\left(\frac{1-v_1^2}{E_1}+\frac{1-v_2^2}{E_2}\right)}} = \frac{\sqrt[3]{27N^3\left(\frac{1-v_1^2}{E_1}+\frac{1-v_2^2}{E_2}\right)^3}}{\sqrt[3]{3Nd\left(\frac{1-v_1^2}{E_1}+\frac{1-v_2^2}{E_2}\right)}} = \sqrt[3]{\frac{9N^2}{d}\left(\frac{1-v_1^2}{E_1} + \frac{1-v_2^2}{E_2}\right)}, \quad (13)$$

З виразу (13) знаходиться величина нормального зусилля N:

$$N = \sqrt{\frac{d(\Delta d)^3}{9\left(\frac{1-v_1^2}{E_1}+\frac{1-v_2^2}{E_2}\right)^2}} = \frac{\sqrt{d(\Delta d)^3}}{3\left(\frac{1-v_1^2}{E_1}+\frac{1-v_2^2}{E_2}\right)}, \quad (14)$$

Деформацію Δd насіння можна виразити через його діаметр d і зазор δ між вальцями:

$$\Delta d = d - \delta, \quad (15)$$

де δ зазор між вальцями.

Тоді вираз (14) записується як:

$$N = \frac{\sqrt{d(d-\delta)^3}}{3\left(\frac{1-v_1^2}{E_1}+\frac{1-v_2^2}{E_2}\right)}, \quad (16)$$

Висновок

Таким чином нормальне зусилля N, прикладене до насіння, залежить від зазору між вальцями δ, діаметра d насіння і пружних властивостей E_1, v_1 вальців і E_2, v_2 насіння.

Література

1. Жислин Я.М. Технология и оборудование крупяного производства/ Я.М. Жислин. - М.: Колос, 1966. - 342 с.

2. Гринберг Е.Н. Шелушильно-шлифовальные машины крупяного производства/ Е.Н Грйнберг. - М.: ЦНИИТЭИлегпищемаш, 1969.- 232 с.

3. Гойхенберг Б.И. Механико-технологическое исследование лабораторного шелушителя зерна, проса: Автореф. дис.- к.т.н. - Одесса, 1974.- 18 с.

4. Соколов А .Я. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна/ А .Я. Соколов. - М.: Колос, 1984.- 445 с.

5. Гринзбург И.Е. Технология крупяного производства/ И.Е. Гринзбург. -М.: Колос, 1981.-342 с.

6. Тимошенко С.П. Теория упругости/ С.П. Тимошенко, Дж.. Гудьер. -М.: Наука, 1979.- 560с.