

УДК 636.085.62

## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМІВ ГРАНУЛЮВАННЯ

Олексієнко В.О., к.т.н.,

Червоткіна О.О., асистент, \*

Циб В.Г., старший викладач

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел.(0619) 42-13-06

**Анотація** – робота присвячена дослідженню механізмів, що дозволяють реалізовувати ефективний процес отримання гранульованих продуктів .

**Ключові слова** – ущільнення, гранулятори, енергоємність, матриця.

*Постановка проблеми.* Одним із пріоритетних напрямків розвитку промисловості України є енергозбереження, під яким слід розуміти створення машин і технологій, що забезпечують менші витрати електроенергії на одну тону продукції.

*Аналіз останніх досліджень.* Процеси гранулювання використовуються у багатьох галузях. У сільському господарстві - це приготування високопоживних кормів, виготовлення органічних добрив на основі торфу; в області теплоенергетики – це створення паливних брикетів з торфу, картону і деревних відходів; у будівельній галузі – це виготовлення теплоізоляційних плит та ін.

Відповідно з призначенням гранул технологія їх приготування складається з декількох послідовно виконуваних операцій. Традиційна (загальна) технологія заготівлі гранул включає подрібнення компонентів до заданого розміру часток, дозування компонентів, змішування, кондиціонер (зволоження або зволоження з підігрівом), гранулювання, сортування, охолодження і затарювання.

У всіх технологічних лініях основною операцією є ущільнення підготовленої кормової суміші до заданих розмірів і щільності – гранулювання (брикетування). Технологічна операція гранулювання є сукупністю послідовно здійснюваних впливів на кормову суміш і конкретно обумовлюється типом робочого органу гранулятора. У матричних грануляторах це дозована подача, стиснення суміші в зазорі матриці і ролика, стиснення її у звужуючому просторі, впресування в матричний канал, проштовхування уздовж матричного каналу, поділ на окремі гранули.

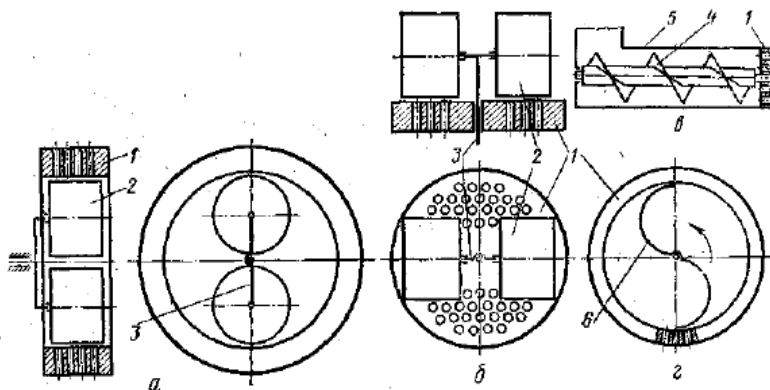
---

© Олексієнко В.О., к.т.н., доцент, Червоткіна О.О., асистент, Циб В.Г., ст. викладач

\* Науковий керівник - Олексієнко В.О., к.т.н., доцент

*Основна частина.* Основні схеми пресуючих механізмів грануляторів, що виготовляються промисловістю в даний час, представлені на рисунку 1. Робочий орган пресуючого механізму, що має фільтри, зазвичай називають матрицею. Матриця 1 являє собою товстостінне перфороване радіальними фільтрами кільце (рисунок 1, а, г) або диск, у якому вісі фільтрів паралельні осі диска (рисунок 1, б, в). На схемах, зображених на рисунку 1, а, б, тиск у комбікормі створюється при взаємодії матриці з іншим робочим органом – пресуючим роликом 2. Матриця і ролики з'єднуються з механізмом водилом 3 так, що пресуючі ролики перекочуються по робочій поверхні матриці.

Циліндрична зовнішня поверхня пресуючого ролика має рифлення, нанесене паралельно осі обертання ролика, або густу перфорацію нескрізними циліндричними отворами. Нерівності поверхні призначені для кращого зчеплення пресуючого ролика з матеріалом. Ролики встановлюють таким чином, щоб зазор між робочими органами був мінімальний.



*а* – з кільцевою матрицею і пресуючими роликами; *б* – з плоскою матрицею у вигляді диска і циліндричними пресуючими роликами; *в* – шнековий з плоскою матрицею; *г* – з кільцевою матрицею і пресуючими лопатками; 1 – матриця; 2 – пресуючий ролик; 3 – водило; 4 – шнек; 5 – корпус; 6 – лопатки.

Рис. 1. Схеми пресуючих механізмів для гранулювання комбікормів.

У процесі пресування щільність кормової суміші з матриці, що має площу поперечного перерізу  $S$  і довжину  $L$ , заповненої порцією кормової суміші вагою  $Q$ , збільшується від значення

$$\gamma_0 = \frac{Q}{LS}, \quad (1)$$

де  $L_0$  – довжина пресуючого каналу, яку б займала неушільнена м'язга

$$\gamma = \frac{Q}{(L - \Delta L)S}, \quad (2)$$

де  $L$  - довжина пресувального каналу, який займає остаточно спресована м'язга

$$\gamma - \gamma_0 = \frac{QS}{(L - S)LU}. \quad (3)$$

Враховуючи (1) запишемо

$$\gamma - \gamma_0 = \frac{\gamma_0 \Delta L}{L - \Delta L}.$$

Із співвідношення  $\gamma = \gamma_0 + \frac{P}{K + mP},$

$$P = \frac{k(\gamma - \gamma_0)}{1 - m(\gamma - \gamma_0)}. \quad (4)$$

Підставивши у вираз (5) значення з (4), отримаємо  $\gamma - \gamma_0$  з (4) отримаємо закономірність зміни тиску на пуансоні залежно від його переміщення і початкової щільності корму, тобто

$$P = \frac{k\gamma_0 \Delta L}{L - (m\gamma_0 + 1)\Delta L}. \quad (5)$$

Очевидно, що при  $L=0$ ,  $P$  також дорівнює 0, а при  $L \rightarrow L, P \rightarrow \infty$ , що відповідає фізичному явищу задачі.

Елемент роботи  $dA$ , що припадає на переміщення  $S$  пуансона, визначиться так

$$dA = F \cdot dS, \quad (6)$$

де  $F_c$  - сила стиснення, що припадає на всю площу поперечного перерізу матриці, вона може бути знайдена з виразу (6).

$$F_c = \frac{k\gamma_0 S \Delta L}{L - (m\gamma_0 + 1)\Delta L}. \quad (7)$$

Проінтегруємо обидві частини цього виразу

$$\int_0^A dA = \int_0^S \frac{k\gamma_0 US}{L - (m\gamma_0 + 1)S} dS, \quad (8)$$

де  $A$  – робота при переміщенні пуансона на величину  $S$ .  
Робимо обчислення інтеграла (9)

$$A = \int_0^S \frac{k\gamma_0 US}{L - (m\gamma_0 + 1)S} dS. \quad (9)$$

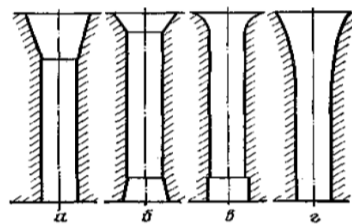
Після перетворень отримаємо

$$A = \frac{k\gamma_o UL}{m\gamma_o + 1} \int_0^S \frac{dS}{L - (m\gamma_o + 1)S} - \frac{k\gamma_o U}{m\gamma_o + 1} \int_0^S dS = \frac{k\gamma_o U}{m\gamma_o + 1} \left( \frac{L}{m\gamma_o + 1} \ln \frac{L}{L - (m\gamma_o + 1)S} - S \right). \quad (10)$$

Якщо вага зразка матеріалу  $Qn$ , обсяг якого вимірювався до і після пресування, то робота, витрачена на брикетування одиниці ваги брикету, тобто, питома робота буде

$$A_{y\partial} = \frac{A}{Q} = \frac{k\gamma_o S}{Q(m\gamma_o + 1)} \left( \frac{L}{m\gamma_o + 1} \ln \frac{L}{L - (m\gamma_o + 1)S} - S \right). \quad (11)$$

Формоутворення гранул відбувається у каналах фільтер, основні конструктивні схеми яких показані на рисунку 2. Для збільшення живого перетину перфорованої частини матриці входні отвори фільтер виготовляють з діаметром більшим, ніж діаметр циліндричної частини їх каналів. Порожнина, що з'єднує входний отвір з циліндровим каналом, називається входною порожниною фільтери. Зазвичай фільтери виготовляють з конічною входною порожниною, яка пов'язана з циліндровим каналом (рисунок 2, а, б). Крім конічної входної порожнини, може бути застосована тороїдальна входна порожнина з твірною у вигляді частини дуги кола (рисунок 2, в). У деяких матрицях канали фільтер закінчуються вихідною конічною порожниною (рисунок 2, б) або циліндричною порожниною з діаметром, трохи більшим діаметра основного циліндричного каналу (рисунок 2, в).



а- фільтери з конічною входною порожниною, б – фільтери з вихідною конічною порожниною, в- фільтери з циліндричною порожниною з діаметром, трохи більшим діаметра основного циліндричного каналу

Рис. 2. Види фільтер

*Висновки.* Запропонований тип конструкції гранулятора з плоскою матрицею дозволяє збільшити ступінь використання сировини і забезпечити харчові підприємства напівфабрикатами, які

містять цінні поживні речовини: цукор, фарбувальні, білкові та пектинові речовини, органічні кислоти, вітаміни та інш.

Література:

1. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв/[Дацишин О.В., Ткачук А.І., Гвоздев О.В. та ін.]; за ред. О.В. Дацишина. – Вінниця: Нова книга, 2008. – 488 с.

2. *Сызранцев В.Н., Сызранцева К.В.* Расчет напряженно-деформированного состояния деталей методами конечных и граничных элементов: Монография.- Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2000.-111с.

3. *Каплун А.Б., Морозов Е.М., Олферьева М.А.* ANSYS в руках инженера: Практическое руководство. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 272 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ГРАНУЛИРОВАНИЯ

Алексеенко В.А., Червоткина А.А., Цыб В.Г.

**Аннотация** – работа посвящена исследованию механизмов, позволяющих реализовывать эффективный процесс получения гранулированных продуктов.

## INVESTIGATION OF THE MECHANISMS OF GRANULATION

V. Alekseenko, A. Chervotkina, V. Tsyb

### *Summary*

**Abstract** the work is devoted to investigation of mechanisms to implement an effective process for obtaining granular products