



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **30058** (13) **U**
(51) МПК (2006)
B01J 2/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРЕСА-ГРАНУЛЯТОРА

1

2

(21) u200711256

(22) 11.10.2007

(24) 11.02.2008

(72) ШТЕФАН ЄВГЕН ВАСИЛЬОВИЧ, UA, РИН-ДЮК ДМИТРО ВІКТОРОВИЧ, UA

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ, UA

(57) Спосіб визначення оптимальних конструктивно-технологічних параметрів преса-гранулятора, який включає аналіз процесу грануляції методом

екструзії, вибір параметра, формулювання задачі, розв'язування задачі та визначення плану розподілу параметрів грануляції, який **відрізняється** тим, що проводиться встановлення граничних обмежень - діаметр отвору, кут нахилу фаски, тиск при екструзії, вологість сировини, довжина отвору, статистична оцінка результатів, визначення параметрів цільової функції та встановлення оптимальних параметрів математичним обрахунком.

Корисна модель відноситься до харчової, сільськогосподарської та деревообробної промисловості і може бути використана при проектуванні обладнання для виробництва комбікормів, біопалива та утилізації відходів харчової, сільськогосподарської та деревообробної промисловості.

Відомий спосіб визначення конструктивно-технологічних параметрів преса-гранулятора [Гуський А.Г., Теорія конструювання преса-гранулятора с кольцевої матрицею, "Наука, техника и технология", декабрь №12(54) 2003г.] включає аналіз процесу грануляції методом екструзії, вибір параметру, формулювання задачі, розв'язування задачі та визначення плану розподілу параметрів грануляції.

Недоліком даного способу є використання в розрахунку емпіричних залежностей, неможливість отримання оптимальних параметрів, а також неможливість перевірки отриманих результатів без побудови фізичної моделі, а отже і витрати значних коштів при проектуванні.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення нового методу визначення оптимальних конструктивно-технологічних параметрів преса-гранулятора.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі визначення оптимальних конструктивно-технологічних параметрів преса-гранулятора, який включає аналіз процесу грануляції методом екструзії, вибір параметру, формулювання задачі, розв'язування задачі та визначення плану розподілу параметрів грануляції. Згідно корисної моделі,

проводиться встановлення граничних обмежень - діаметр отвору, кут нахилу фаски, тиск при екструзії, вологість сировини, довжина отвору - статистична оцінка результатів, визначення параметрів цільової функції та встановлення оптимальних параметрів математичним обрахунком.

Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованим методом та очікуваними результатами полягає у наступному.

Розроблено загальну схему визначення оптимальних конструктивно-технологічних параметрів преса-гранулятора зображену на Фіг.1.

Як видно з Фіг.1, для постановки задачі оптимізації у межах загальної теорії математичного програмування необхідно визначення взаємозалежностей між всіма параметрами, які прийняті для описування конкретного процесу гранулювання. Тобто, виникає необхідність у проведенні відповідних досліджень з метою встановлення кількісних залежностей, що описують термомеханічні та масообмінні процеси у матеріалі при його гранулюванні.

При розгляданні технології екструзії дисперсних матеріалів приймаємо концепцію подання сировинних мас як двохфазних сумішей пористої або зернистої твердої деформованої структури з рідиною чи газом. Для описування поведінки матеріалів, що пресуються використано поняття напружень, деформацій, щільності, а також швидкості зміни цих параметрів.

Розглянуто типову схему гранулювання екструзією, в який ролик, що нагнітає сировину розта-

(13) **U**
(11) **30058**
(19) **UA**

шований усередині кільцевої матриці (Фіг.2 - Принцип роботи преса-гранулятора, де 1 - кільцева матриця з отворами; 2 - пресуючий ролик; 3 - ніж).

Для прийнятої схеми гранулятора можна виділити його основні конструктивно-технологічні параметри: геометричні розміри роликів і матриці та їх взаємне розташування, геометричні параметри отворів в матриці, шорсткість поверхні отвору, частота обертання матриці гранулятора, тиск нагнітання сировини в отвори матриці, структурно-механічні властивості сировини, продуктивність та якість готової продукції.

З врахуванням цих характеристик задача оптимізації полягає у визначенні параметрів, що забезпечують максимальну густину гранул.

Таким чином, в якості цільової функції прийнято співвідношення, яке визначає густину гранул отриманих методом екструзії. У загальному вигляді густина гранул може бути виражена добутком:

$$\rho = C(x) \cdot X,$$

де X - параметр оптимізації,

$C(x)$ - коефіцієнт, що визначає залежність цільової функції від параметра X .

При наявності декількох параметрів оптимізації у кількості n цільова функція приймає вигляд:

$$\rho(X_i) = \sum_{i=1}^n C_i(X_i) \cdot X_i \rightarrow \max, \quad (1)$$

де n - кількість параметрів.

Для визначення оптимального розподілу параметрів X_i рівняння (1) доповнюється необхідною системою співвідношень, які відображають обмеження на параметри оптимізації:

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} \cdot X_i \leq b_j, \quad j = 1 \dots m, \quad (2)$$

де a_{ij} - задані коефіцієнти;

b_j - задані граничні значення обмежень;

R_j - один зі знаків " $\geq$ ", " $=$ " або " $\leq$ ".

З аналізу схеми гранулювання (Фіг.2) слідує, що визначальною технологічною операцією є екструзія сировини через отвори матриці. Тому параметри в співвідношеннях (1), (2) повинні визначатись з врахуванням закономірностей процесів руху та ущільнення сировини при її проходженні в отворах матриці. Дослідження цих закономірностей виконано методами математичного моделювання нестационарного деформування дисперсних матеріалів. Згідно запропонованої методики розроблена розрахункова схема процесу екструзії

дисперсного матеріалу, яка наведена на Фіг.3 (а, б, в).

Розроблена розрахункова схема дозволяє визначити взаємозв'язок між: - тиском нагнітання; - конструктивними параметрами отвору матриці; - конструктивними параметрами ролика і матриці (діаметри, взаємне розташування, швидкість відносного руху, відстані між отворами, товщини та ін.); - структурно-механічними параметрами сировини.

В якості приклада розглянуто слідує параметри пресуючого вузла гранулятора:

- діаметр матриці гранулятора - 420мм.

- діаметр пресуючого ролика - 206мм.

- товщина матриці - 50мм.

Розглянута геометрія отвору матриці для різних кутів ($0^\circ \leq \alpha \leq 80^\circ$) вхідного каналу (Фіг.4).

Прийняті структурно-механічні властивості, які відповідають луззі соняшника: граничне напруження зсуву ($G_0=1\text{МПа}$), модуль пружності ($E=10\text{МПа}$), об'ємний вміст газової фази (пористість) 0,7. Коефіцієнт тертя у системі "матеріал-стінка каналу" $\mu = 0,3$.

На Фіг.5 представлені результати, які дозволяють визначити товщину шару матеріалу (а, б), яка забезпечує при заданих конструктивно-технологічних параметрах ролика та матриці найбільший тиск (в) нагнітання матеріалу при екструзії.

На Фіг.6. представлений розрахунок пористості матеріалу для різних кутів вхідного каналу. Аналіз пористості матеріалу на виході з каналу дозволяє визначити густину готової гранули.

Узагальнення результатів проведених обчислювальних експериментів дозволили побудувати залежність, що наведена на Фіг.7.

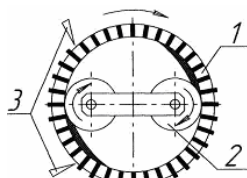
З графіка (Фіг.7) визначається відповідний коефіцієнт $C_i(X_i)$ у цільовій функції (1). Аналогічно отримуються залежності густини гранули від інших параметрів оптимізації.

Результати проведених досліджень свідчать про високу ефективність запропонованих методологічних розробок у разі використання їх у проєктувальній практиці грануляційної техніки.

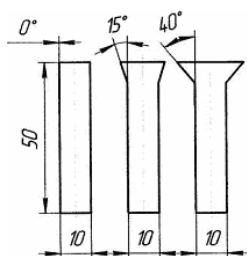
Даний спосіб дає можливість без побудови фізичної моделі, використовуючи лише математичну модель і ЕОМ спроектувати прес-гранулятор оптимальної конструкції. Використання даного способу суттєво зменшить час і кошти потрібні на проєктування грануляційного обладнання.



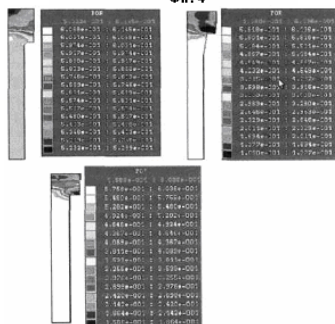
Фіг. 1



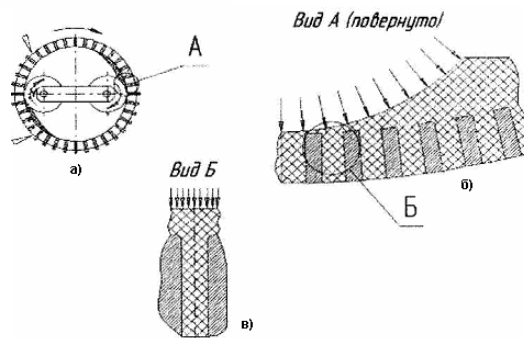
Фіг. 2



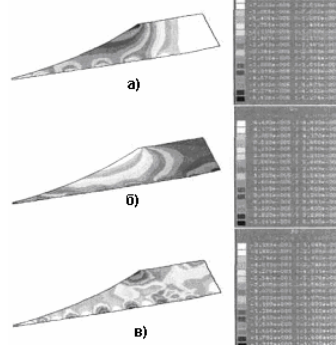
Фіг. 4



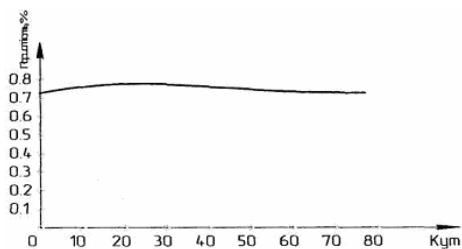
Фіг. 6



Фіг. 3



Фіг. 5



Фіг. 7. Залежність густини гранули від кута вхідного каналу.