

УДК 631.361.43: 664.788

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА

Фучаджи Н.О., к.т.н.,

Побігун А.М., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-04-42

**Анотація** – стаття присвячена питанням моделювання процесу подрібнення зерна при виробництві борошна, круп та концентрованих кормів. В роботі запропоновано параметричну схему процесу подрібнення.

**Ключові слова** – подрібнення, моделювання, фізичне моделювання, ступінь подрібнення продукту.

*Постановка проблеми* При переробці зерна в дроблену крупу, борошно або при виробництві концентрованих кормів основні технологічні операції розмельного відділення – це багаторазовий та послідовий процес подрібнення та сепарування.

В концепції розвитку тваринництва до 2010 року потреба в фуражному зерні досить висока. До основних споживачів кормового зерна належать такі галузі, як тваринництво (47 %), свинарництво (27%) та птахівництво (20 %). Для організації ефективної годівлі тварин та птахів важливе значення має раціональне використання концентрованих кормів, основним компонентом яких є зернові та зернобобові культури, що забезпечують біля 50 % протеїну. В теперішній час доля концентрованих кормів в загальному кормовому балансі складає 29..32 %.

В залежності від цілей дослідження процесу подрібнення складають різні моделі, які дозволяють встановлювати необхідний зв'язок між паркетами, тобто закономірності зміни вихідних параметрів в часі (кінетика), зміна вихідних параметрів в залежності від вхідних факторів (статичні характеристики), зміна вихідних параметрів при перехідних процесах в результаті збуджуючих дій (динамічні характеристики).

*Аналіз останніх досліджень.* Існуючі теорії подрібнення відображають дві сторони процесу подрібнення: встановлення залежності витрат енергії від ступеню подрібнення та фізичних властивостей вихідного продукту, а також розподілення подрібненого

продукту по масі чи по розміру частинок. Гіпотези Кірпічева – Кіка, Афанасьєва – Рітінгера, Ребіндера, Бонда та інших встановлюють різні види залежностей витрат енергії від ступеню подрібнення та фізичних властивостей продукту. С.Е. Андрєєву вдалося представити ці гіпотези узагальнюючою формулою [1, 3].

Гіпотези, запропоновані Вангом, Холмсом, Чарльзом, Андреасеном та іншими, оснований на інших фізичних передумовах процесу подрібнення. Вони принципової новизни не вносять, але передбачають дещо нові методи оцінювання вихідного продукту та способи визначення постійних коефіцієнтів в математичних залежностях [2, 4].

*Формулювання цілей статті.* Зміна одного з параметрів кожної системи впливає на всі характеристики наступних. Аналітично ці процеси не описано, фізичне моделювання на лабораторних пристроях не відображує реального процесу, а експериментальні дослідження досить трудомісткі. Через це задача складання математичних моделей послідовного подрібнення, що дозволяє значно скоротити трудомісткість досліджень при вдосконаленні процесів переробки зерна в крупу, борошно та концентровані корми чи при переході до інших видів помелу, дуже актуальна.

*Основна частина.* Подрібнення виконують: по відчиненому циклу вихідний продукт – подрібнювальна машина – подрібнений продукт (одноразове подрібнення) чи по замкнутому циклу вихідний продукт – подрібнювальна машина – подрібнений продукт – класифікація продукту – подрібнення крупної фракції (багаторазове подрібнення). При замкненому циклі після розділення більш крупна фракція знов надходить на подрібнення. Замкнений цикл можна здійснювати в одному пристрої або при багаторазовому послідовному подрібненні та наступному розділенні продукту в розсівах чи інших машинах [2, 4].

По характеру зусиль, що використовують при подрібненні відрізняють: роздавлювання (стиск), розрив зріз (зсув), стирання, удар, розколювання. Спосіб дії визначається призначенням, фізичними характеристиками продукту, що подрібнюється та необхідним ступенем подрібнення, під яким звичайно приймають відношення середніх розмірів часток до та після подрібнення. На зернопереробних підприємствах ступінь подрібнення визначають відносною кількістю проходів через сито з певним розміром отворів. По ступеню подрібнення розрізняють крупний, середній, дрібний, тонкий та колоїдний помел.

Параметрична схема відчиненого та зачиненого циклів подрібнення наведена на рис. 1.

Вихідними параметрами можуть бути кількість будь-якої фракції продукту  $G_2$ , ступінь подрібнення  $I$ , технологічна  $E_T$  та економічна ефективність  $E_e$  процесу подрібнення. Характеризувати процес подрібнення можна також формою  $a_\phi$ , розмірами  $a_r$ , структурою  $a_{ст}$ , станом поверхні  $a_{co}$  подрібнених часток.

Ступінь подрібнення продукту  $I$  залежить від значного числа кількісних та якісних факторів, які визначають режим подрібнення та властивості вихідного продукту, і є основним показником якості процесу [1, 2].

Вихідними параметрами можуть бути також показники роботи та експлуатації подрібнювальних установок, зусилля на окремі вузли машини, знос поверхнею та інше.

В замкнених системах показником ефективності може бути кількість рециркуляційного продукту (який повертається до машини)  $G_p$ .

Основними параметрами, що впливають на процес подрібнення продукту, є подача  $G_1$ , зазор між робочими органами  $\delta$ , швидкість робочих органів  $v$  (при використанні вальцових подрібнювачів враховують швидкість і швидко- і повільно обертового вальців, відповідно  $v_{ш}$  та  $v_{п}$ , а також показник їх співвідношення  $k$ ).

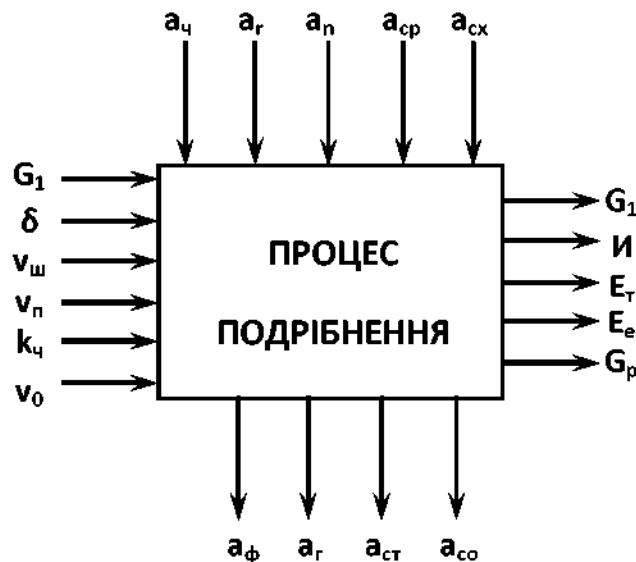


Рисунок 1 – Параметрична схема подрібнення

Існуючі теоретичні уявлення про процес подрібнення встановлюють якісні залежності витрат енергії та виходу окремих фракцій подрібненого продукту від ступеню подрібнення. Деякі кількісні характеристики встановлюють на основі аналізу матеріальних та енергетичних потоків. Тому математичний

опис процесу подрібнення обґрунтовано в основному на експериментальних даних.

*Висновки.* Оптимізація процесу є особливою задачею, яку використовують при рішенні задач кінетики, статички та динаміки. Розроблені параметричні схеми дозволяють у повній мірі виявити фактори, які впливають на процес, що протікає при подрібненні зернових та зернобобових культур. Наведені схеми враховують як конструктивні, так і кінематичні показники протікання процесу.

#### Література

1. *Останчук Н.В.* Математическое моделирование технологических процессов хранения и переработки зерна / *Н.В. Останчук.* – М.: Колос, 1977. – 239 с.
2. *Останчук Н.В.* Основы математического моделирования процессов основных пищевых производств: Учебное пособие / *Н.В. Останчук.* – 2-е изд. перераб. и доп. – К.: Вища школа, 1991. – 367 с.
3. *Мельников С.В.* Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / *С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Роцин.* – Л.: Колос, 1972. – 200 с.
4. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна / [Под ред. *А.Я. Соколова*]. – 5-е изд. перераб. и доп. – М.: Колос, 1984– 445 с.

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА

Фучаджи Н.О., Побигун А.М.

**Аннотація** – стаття посвящена вопросам моделирования процесса измельчения зерна при производстве муки, круп и концентрированных кормов. В работе предложена параметрическая схема процесса измельчения.

## DESIGN OF GROWING SHALLOW PROCESS OF CORN

N. Fuchadzhi, A. Pobigun

### *Summary*

**The article is devoted by the question of design of growing shallow process of corn at flour, cereal and concentrated feed production. The self-reactance chart of growing shallow process is offered in a article.**