

Аннотация

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РАБОТЫ ПНЕВМОМЕХАНИЧНОГО ВЫСЕВНОГО АППАРАТА С РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ

Бойко А.И., Банний А.А.

В статье представлено математическое решение работы пневмомеханического высевного аппарата с резервированием

Abstract

DETERMINATION OF PROBABILISTIC DESCRIPTIONS OF WORK OF PNEUMATIC MECHANICAL MECHANICS OF SOWING VEHICLE WITH RESERVING

A. Boyko, O. Bannyi

This article presents the mathematical decision of the work of the pneumomassage sowing vehicle with backeping.

УДК 543. 1/532. 135

ТЕОРІЇ ПОДРІБНЕННЯ І ЇХ ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА

Нанка О.В., к. т. н., Бойко І.Г., к. т. н.

(Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка)

Виконано аналіз найбільш поширених гіпотез подрібнення твердих тіл в результаті якого встановлено, що в більшості випадків процес подрібнення залежить від багатьох факторів випадкового характеру і важко піддається аналітичному моделюванню. Визначені умови удосконалення процесів подрібнення і конструкцій подрібнювачів, впровадження яких дозволить значно знизити енергетичні витрати на процес подрібнення.

Постановка проблеми. Основою укріплення і розвитку галузі тваринництва є створення міцної кормової бази, оскільки вартість кормів в структурі собівартості продукції тваринництва складають 60...70% [1]. Найбільш цінними, при цьому по поживності і вартості є зернові корми, доля яких в раціонах для тварин з кожним роком зростає і досягає 100% при годівлі птиці і свиней. Підвищення ефективності використання зернових кормів має суттєвий вплив на зниження затрат на одиницю продукції і може бути досягнуто за рахунок їх подрібнення.

Проблемна ситуація в області подрібнення фуражного зерна полягає в

тому, що з одного боку, постійно ростуть вимоги до якості подрібнення, зниження енергоємності і металоємності, а з другої сторони, традиційні подрібнювачі і наукові знання не можуть забезпечити подальше корінне удосконалення даного процесу. Так наприклад, молоткові дробарки, які використовуються для подрібнення фуражного зерна споживають до 20 кВт год. на одну тону. Крім того, готовий продукт має не вирівняний гранулометричний склад з збільшеним вмістом пиловидної фракції, яка іноді досягає до 20% і більше, що негативно впливає на процес травлення. Тому питання зниження енергетичних витрат на подрібнення зернових продуктів мають велику актуальність і потребують негайного вирішення.

Мета роботи. Виконати аналіз найбільш поширених гіпотез процесів подрібнення твердих тіл і визначити напрямки удосконалення процесів подрібнення і конструкцій подрібнювачів.

Результати досліджень. Задачею теорії подрібнення є встановлення взаємозв'язків між дисперсністю подрібнювального матеріалу, який має механіко-технологічні властивості і енергетичними витратами подрібнювачами з заданими конструктивно-кінематичними параметрами. Кінетика подрібнення визначається суттєвим і одночасним впливом багатьох факторів, таких, як пластичне і пружне деформування, взаємодія частинок між собою і навколишнім середовищем, масштабними змінами міцності, конструктивними особливостями подрібнювачів і іншими. Відомо доволі велика кількість теорій подрібнення, що обумовлює складність процесу і великою кількістю конструкцій машин, які відрізняються конструктивними особливостями і прийнятим способом подрібнення.

В результаті класифікації існуючих теорій подрібнення запропоновано розділити їх на три групи. До першої групи відносяться дослідження процесу подрібнення твердих тіл під дією зовнішнього ударного і стискаючого впливу, який базується на досягненнях фізики твердого тіла, його міцності, пластичності і пружності, а також конструктивних особливостях подрібнювачів [2, 3]. До другої групи відносяться дослідження, які встановлюють закономірності зміни гранулометричного складу матеріалу при подрібненні [4, 5]. Ціллю таких досліджень є встановлення закономірностей розподілення крупності частинок в залежності від умов подрібнення. До третьої групи відносяться дослідження механізму подрібнення твердих тіл, як ряду послідовних операцій без урахування механічного способу реалізації [6, 7]. Всі приведені групи досліджень тісно зв'язані між собою, але кожна із них має самостійне значення для конструювання подрібнювачів, відпрацювання технологічних режимів подрібнення і технологічного використання продуктів подрібнення. Однак теорія подрібнення твердих тіл розглядає в основному два комплекси питань. По перше, вона вивчає основні закономірності розподілення частинок подрібненого матеріалу по їх типорозмірах, або фракціях. По друге, вона вивчає функціональні залежності між витратами енергії на процес подрібнення і ступінню подрібнення.

Необхідно відмітити, що ще в XVIII столітті, були запропоновані дві енергетичні гіпотези подрібнення – поверхнева і об'ємна. Професор П.Рітгінгер

[8] в 1867 році запропонував гіпотезу про те, що робота, яка витрачається на подрібнення матеріалу, прямо пропорціональна заново створених поверхонь:

$$A = k\Delta F, \quad (1)$$

де A - робота, яка витрачається на процес подрібнення;

k - коефіцієнт пропорціональності;

ΔF - прирощення поверхні.

В подальшому ця гіпотеза була названа першим законом подрібнення, або поверхневою теорією. Поверхнева теорія більш придатна до застосування для оцінки процесу тонкого подрібнення, коли отримується продукт з високорозвиненою питомою площею поверхні [9]. Окрім того, використання поверхневої гіпотези для визначення енергетичних показників складає значні труднощі із-за відсутності простого і надійного способу визначення поверхні, яка створюється при подрібненні і особливо при тонкому подрібненні. При використанні поверхневої гіпотези необхідно брати до уваги, що при подрібненні до заданої дисперсності, матеріал продовжує деякий час знаходитися в зоні дії робочих органів машини, використовує енергію, яка не піддається визначенню розрахунковим шляхом.

В зв'язку з цим російський вчений В.Л.Кирпичев [10] в 1874 році, а потім німецький вчений Ф.Кик [11] запропонували об'єднуючу гіпотезу подрібнення. Згідно об'ємній теорії, робота подрібнення прямо пропорціональна об'єму тіла яке подрібнюється:

$$A = \frac{\sigma_{cg}^2}{2E} V, \quad (2)$$

де - σ_{cg} - напруження, яке виникає при деформації;

E - модуль пружності;

V - об'єм тіла, що деформується.

Ця гіпотеза була названа другим законом подрібнення, або об'ємною теорією, яка враховує пружні і пластичні деформації, які відбуваються в матеріалі при його подрібненні.

Прийнято рахувати, що гіпотеза Кірпічова-Кіка, отримана по результатам численних досліджень при подрібненні різних матеріалів найбільш і найбільш прийнятна для описання процесу подрібнення продуктів значних розмірів, коли енергію, яка витрачається на створення нової поверхні можна знехтувати. Однак ці міркування справедливі при умові, що коефіцієнти пропорціональності не є функціями параметрів, що визначають процес подрібнення.

З точки зору теорії подрібнення закони Ріттінгера і Кірпічова-Кіка логічно не заперечують один одному, а лише доповнюють один одного, так як подрібненню твердого тіла в деформованому стані передують створення тріщин,

яке супроводжується створенням нових поверхонь. На цій основі радянський вчений П.А.Ребіндер [12] в 1928 році запропонував визначати енергію, яка витрачається на процес подрібнення в диференціальній формі, як суму енергій, що витрачається на створення нових поверхонь при подрібненні і на деформацію матеріалу до подрібнення:

$$A = k\Delta F + \Delta V. \quad (3)$$

В подальшому запропоновану гіпотезу П.А.Ребіндером прийнято називати основним законом подрібнення. В розвернутому вигляді формула основного закону подрібнення П.А.Ребіндера має наступний вигляд:

$$A_{RB} = A_0 + p \frac{\sigma_p^2 V}{2E} + \omega \Delta S i^n, \quad (4)$$

де A_0 - робота, обумовлена деформацією і зношенням робочих органів подрібнювачів;

p - кількість циклів деформації частинок матеріалу;

σ_p - величина руйнуючого напруження подрібнюваного матеріалу;

E - модуль пружності подрібнюваного матеріалу;

V - об'єм подрібнюваного матеріалу;

ω - питома енергія, віднесена до одиниці поверхні тіла;

ΔS - площа поверхонь частинок, яка утворюється при руйнуванні тіла;

i^n - коефіцієнт, якій враховує конструктивні особливості подрібнювачів і умови процесу подрібнення.

Аналізуючи основні теорії подрібнення приходимо до висновку, що для зниження енергетичних витрат на процес подрібнення необхідно:

- зменшити пружні деформації;
- підвищити надійність і зносостійкість робочих органів подрібнювачів;
- зменшити число циклів деформацій руйнування частинок матеріалу;
- не допускати переподрібнення матеріалу;
- знижати міцність подрібнювального матеріалу перед подрібненням.

Узагальнюючий характер закону подрібнення П.А.Ребіндера послужив основою для подальших досліджень і його практичного застосування. Так С.В.Мельніков [9] в 1952 році запропонував емпіричну робочу формулу для визначення загальної роботи, яка витрачається на подрібнення зерна і зв'язав витрати роботи з ступінню подрібнення:

$$A_{nod} = C_{np} \left[C_V \lg \lambda_l^3 + C_S (\lambda_l - 1) \right], \quad (5)$$

де A_{nod} - питома робота подрібнення з урахуванням впливу способу подрібнення і конструктивних особливостей подрібнювача;

C_{np} - безрозмірний коефіцієнт, який характеризує вплив різних не урахованих факторів, які проявляються в процесі подрібнення;

C_V - постійний коефіцієнт, який виражає роботу пружних деформацій при прийнятому методі механічних випробувань зерна, віднесений до одиниці його маси;

λ_1 - ступінь подрібнення зерна;

C_S - постійний коефіцієнт, який виражає роботу, що витрачається на створення нових поверхонь при подрібненні зерна масою 1 кг.

Розглянуті закони представляють собою наукові основи сучасної енергетичної теорії подрібнення, яка до цього часу не має достатньо точного математичного апарату, необхідного для розрахунку енергетичних витрат на процес подрібнення. Однак приведені залежності установлюють основні закономірності і дозволяють визначати недосліджені області в теорії і практиці подрібнення. До основних закономірностей необхідно віднести наступні:

- основні закони подрібнення не входять в протиріччя, а лише доповнюють один одного;

- витрати енергії на подрібнення знаходяться в прямо пропорціональній залежності лінійному або квадратичному приросту заново створених поверхонь, зниженню крупності подрібнення, підвищенню міцності і підвищенню ступеня подрібнення;

- зниження швидкості руйнування з зменшення дисперсності;

- витрати енергії залежать від способу подрібнення, організації процесу подрібнення, своєчасного видалення подрібнених частинок із робочої камери;

- розрахунок витрат енергії можливий тільки після визначення емпіричних коефіцієнтів;

- узагальнюючий закон подрібнення не доведений в диференційному вигляді до інженерно-практичних розрахунків;

- закони подрібнення також не відображають впливу реологічних властивостей подрібнюваного продукту на енергетичні витрати.

Показниками, які характеризують якісну і кількісну характеристики процесу подрібнення, прийнято рахувати [13]:

- ступень подрібнення матеріалу;

- гранулометричний склад продуктів подрібнення;

- питому енергоємність процесу подрібнення.

В зв'язку з тим, що питома поверхня при подрібненні матеріалу збільшується, ефективність процесу подрібнення оцінюється ступенем подрібнення, тобто відношенням сумарної поверхні частинок після подрібнення до сумарної поверхні частинок до подрібнення:

$$\lambda = \frac{S_K}{S_H}, \quad (6)$$

де S_K - сумарна поверхня частинок після подрібнення;

S_H - сумарна поверхня частинок до подрібнення.

Значна кількість змінних факторів, які впливають на процес подрібнення, настільки ускладнюють проблему в цілому, що її вирішення може бути

досягнуто тільки при відповідних припущеннях.

Безпосередньо перед процесом подрібнення відбувається деформація тіла, яка супроводжується зміною його об'єму. Тому робота яка витрачається на процес подрібнення в подрібнювачах може бути виражена в вигляді наступного енергетичного балансу:

$$A = A_D + A_S + A_K + A_U, \quad (7)$$

де - A_D - витрати енергії на пружну і пластичну деформацію матеріалу;

A_S - витрати енергії на створення нових поверхонь подрібнених частинок;

$A_K = mv^2 / 2$ - затрати енергії на надання кінетичної енергії шару матеріалу і виведення його з камери подрібнення;

m - маса рухомого шару матеріалу;

v - швидкість руху шару в камері подрібнення;

A_U - витрати енергії на зношування і нагрівання робочих органів дробарки.

Аналізуючи складові рівняння (7) необхідно відмітити, що робота, яка витрачається на створення нових поверхонь є корисною, а робота пружних деформацій, робота на надання кінетичної енергії шару матеріалу і робота, яка витрачається на зношування робочих органів і їх нагрівання є некорисними. Тоді коефіцієнт корисної дії процесу подрібнення визначається наступним виразом:

$$\eta = \frac{A_S}{A_D + A_K + A_U}. \quad (8)$$

Аналізуючи складові рівняння (8) необхідно відзначити, що для підвищення ефективності процесу подрібнення і збільшення коефіцієнта корисної дії необхідно прагнути до виконання наступних умов:

- зменшити роботу пружних деформацій шляхом використання робочих органів подрібнювача, які працюють по способу подрібнення різанням і сколюванням;

- збільшити роботу на створення нових поверхонь за рахунок збільшення контактів між матеріалом і робочими органами;

- забезпечити своєчасне видалення подрібненого матеріалу із робочої камери подрібнення і усунути повторну взаємодію подрібненого матеріалу з робочими органами;

- конструктивно передбачити зменшення роботи на зношування робочих органів і виділення тепла в процесі подрібнення.

Висновки. В результаті аналізу найбільш поширених гіпотез подрібнення твердих тіл встановлено, що ні одна із них не дає достатньо точних результатів при теоретичному визначенні енергетичних затрат на процес подрібнення і їх можливо розглядати як приближені. Визначені умови удосконалення процесів подрібнення і конструкцій подрібнювачів, впровадження яких дозволить значно знизити енергетичні витрати на процес подрібнення.

Список літератури

1. Боярский, Л.Г. Технология кормления и полноценное кормление сельскохозяйственных животных [Текст] / Л.Г.Боярский - Ростов н/Д: Феникс, 2001. - 200 с.
2. Колосов, А.С. Некоторые вопросы моделирования и оценки энергетической эффективности процессов измельчения твердых тел [Текст] / А.С.Колосов // Изв. СО АН СССР. - 1985. №2, сер. хим. наук. Вып. 1. - С. 26-29.
3. Гийо, Р. Проблема измельчения материалов и ее развитие [Текст] / Р.Гийо. - М.: Изд. лит. по строительству, 1964. - 112 с.
4. Андреев, С.Е. Закономерности измельчения и исчисления характеристик гранулометрического состава [Текст] / С.Е.Андреев, В.В.Товаров, В.А.Перов. - М.: Металургиздат, 1959. - 190 с.
5. Кильштедт, П.Г. Взаимосвязь между зерновым составом и удельной поверхностью при измельчении [Текст]: Труды Европ. совещ. по измельчению / П.Г.Кильштедт. - М.: Изд. лит. по строительству, 1966. - 253 с.
6. Линч, А. Циклы дробления и измельчения: моделирование, оптимизация, проектирование [Текст] / А.Линч. - М.: Надра, 1981. - 456 с.
7. Вердиян, В.В. Анализ технологических схем измельчения [Текст] / В.В.Вердиян // Цемент. - 1975. - №4. - С. 15-17.
8. Куприц, Я.Н. Физико-механические основы размола зерна [Текст] / Я.Н.Куприц. - М.: Колос, 1978. - 240 с.
9. Мельников, С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм [Текст] / С.В.Мельников. - Л.: Колос, 1978. - 560 с.
10. Ходаков, Г.С. Физика измельчения [Текст] / Г.С.Ходаков. - М.: Недра, 1972. - 307 с.
11. Гутьяр, Е.М. К объемной теории измельчения [Текст] / Е.М.Гутьяр // Известия Московской с. х. академии им. Тимирязева. - Вып. 4. С. 1-84.
12. Ребиндер, П.А. Избранные труды. Физико-химическая механика [Текст] / П.А.Ребиндер. - М.: Наука, 1979. - 384 с.
13. Демидов, А.П. Способы измельчения и методы оценки их эффективности [Текст] / А.П.Демидов, С.Е.Чирков. - М.: ЦИНТИ Госкомзат СССР, 1969. - С. 5-44.

Аннотация

ТЕОРИИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И ИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ

Нанка А.В., Бойко И.Г.

Выполнен анализ наиболее распространенных гипотез измельчения твердых тел в результате которого установлено, что в большинстве случаев процесс измельчения зависит от многих факторов случайного характера и трудно поддается аналитическому моделированию. Определены условия усовершенствования процессов измельчения и конструкций измельчителей, внедрение которых позволит значительно снизить энергетические расходы на процесс измельчения.

Abstract

THEORIES OF GRINDING DOWN AND THEIR POWER ESTIMATIONS

A.Nanka, I.Boyko

The analysis of the most widespread hypotheses of grinding down of solids is executed which it is set as a result of, that in most cases the process of grinding down depends on many factors of casual character and hardness added an analytical design. The terms of improvement of processes of grinding down and constructions of grindings down, introduction of which will allow considerably to reduce power charges on the process of grinding down, are certain.

УДК 631.363.9

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ КОНЦЕНТРОВАНИХ КОРМІВ З ЖИРОРОЗЧИННИМИ ВІТАМІНАМИ

Славкова Л.Г., аспірант

(Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка)

Розглядаючи динаміку двохфазного розрідженого шару концентрованих кормів, на який діє направлений потік дрібнодисперсних краплин жиророзчинних вітамінів побудовані траєкторії їх руху і визначено якість їх розподілення в залежності від технологічних параметрів змішувача.

Постановка проблеми. Однією з умов підвищення продуктивності тварин і зниження собівартості продукції тваринництва є повноцінне вітамінне живлення тварин, яке сприяє росту молодняку, покращує репродукційні функції, збільшує продуктивність і запобігає захворювання тварин, а також знижує витрати кормів на одиницю продукції і покращує їх якість. З ціллю забезпечення вітамінного живлення тварин, вітаміни вносяться в премікси, якими збагачуються комбікорми і згодуюються в вигляді кормової суміші разом з концентрованими кормами.

Аналіз останніх досліджень. Приймаючи до уваги наукові розробки виконані на кафедрі технічних систем і технологій тваринництва ХНТУСГ ім. Петра Василенка [1-4], які передбачають процес змішування концентрованих кормів і жиророзчинних вітамінів виконувати при розрідженні комбікормів і розпиленні жиророзчинних вітамінів, що забезпечить збільшення поверхонь міжфазового контакту концентрованих кормів і жиророзчинних вітамінів та рівномірному їх розподіленні.

Мета роботи. Метою роботи є математичне моделювання процесу змішування концентрованих кормів з жиророзчинними вітамінами та