

ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЖИМУ РОБОТИ МОЛОТКОВОЇ ДРОБАРКИ А1-ДМ2Р-55

Куценко Ю. М.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Наведено методику та обґрунтування режиму роботи електропривода дробарки А1-ДМ2Р-55, який обумовлює економічний ефект з малими питомими витратами енергії на подрібнення.

Постановка проблеми. Складність технологічних процесів обробки сировини та виробництва комбікормів обумовлюють високі умови до оперативності, чіткості керування технологічним процесом, контролем за роботою обладнання. Виникає необхідність зниження питомих витрат електроенергії на окремі технологічні операції з метою зниження собівартості продукції. Тому правильний вибір потужності електропривода дробарки, режимів її роботи має велике значення для виробництва комбікормової продукції [1,2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирішення проблеми зниження питомих витрат та збільшення продуктивності подрібнювачів кормів можливо при умові правильного вибору дробарки, системи керування та режимів її роботи.

Зазначене підтверджує актуальність роботи, яка спрямована на вирішення науково-прикладної задачі.

Комбікормовий цех, як об'єкт електрифікації та автоматизації, являє собою сукупність машин з великою кількістю технологічного і енергетичного обладнання, а також різновидів допоміжного обладнання зі складними зв'язками між ними.

Режим роботи дробарки тривалий, зі змінним навантаженням. Навантажувальні діаграми мають випадковий характер. Зміна навантаження в часі залежить від ступеня неоднорідності та величини подачі продукту, що перероблюється, на подрібнювальний барабан. Різкі коливання навантаження призводять до змінювання швидкості обертання барабана, внаслідок чого знижується продуктивність, погіршується якість вихідного продукту, збільшуються енергетичні витрати.

Мета статті. Обґрунтування режиму роботи молоткової дробарки А1-ДМ2Р-55, який обумовлює економічний ефект з малими питомими витратами енергії на подрібнення.

Основні матеріали дослідження. Дробарки працюють у складі потокової технологічної лінії комбікормового заводу підприємства ТОВ "Агропромислова компанія". На рис.1. представлена ділянка схеми функціональної автоматизації керування електродвигунами двох дробарок (2,3).

Принцип дії молоткових дробарок полягає в руйнуванні подрібнювальних продуктів ударом робочих органів, які швидко рухаються - молотків о сталеву деку і сіткову обичайку, стиранням продукту о сито [3]. Ступінь подрібнення продукту залежить від розмірів отворів сита. Технічна характеристика дробарок серії А1-ДМ2Р (1), (2), (3) наведена в табл. 1. Технічна продуктивність наведена для ячменю вологістю не

більш ніж 15,5% з об'ємною масою не менше 0,68 т / м³.

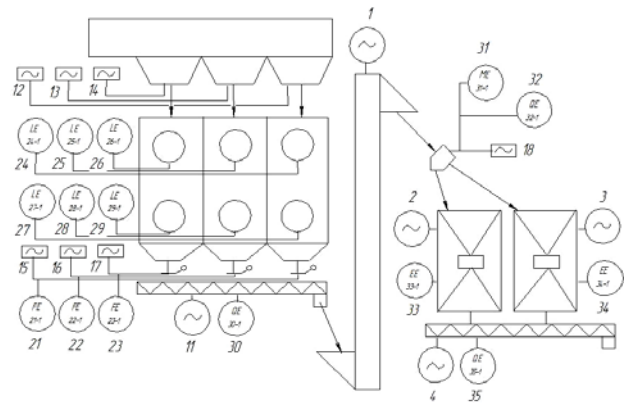


Рисунок 1 – Ділянка схеми автоматизації потокової технологічної лінії виробництва комбікорму

Таблиця 1 – Технічна характеристика дробарок серії А1-ДМ2Р

Найменування технологічного параметра	Величина, модифікації		
	1	2	3
Модифікації дробарок	1	2	3
4 група крупності	6,5	10	14,5
3 група крупності	4,5	8,0	13,0
2 група крупності	2,5	3,5	6,0
Площа ситової поверхні, м. кв	0,85	0,85	1,27
Окружна швидкість молотків	90	90	90
Встановлена потужність, кВт	55,8	75,8	110,8
Габаритні розміри дробарки			
Довжина, мм	1590	1670	2070
Ширина, мм	1400	1400	1400
Висота, мм	2160	2160	2160

Продуктивність молоткової дробарки А1-ДМ2Р визначається за формулою

$$Q_{\text{дроб}} = 35 \cdot D \cdot l \cdot \rho, \quad (1)$$

де D - діаметр ротора дробарки, м;
 l - довжина ротора дробарки, м;

ρ - об'ємна маса продукту, що транспортується, т/м³.

$$Q_{\text{добр}} = 35 \cdot 0,95 \cdot 0,25 \cdot 0,68 = 5,65 \text{ т/год.}$$

Розрахункова потужність приводу дробарки визначається за формулою

$$P_{\text{добр}} = 0,15 \cdot D^2 \cdot l \cdot n, \quad (2)$$

де P - потужність електродвигуна, кВт;
 D - діаметр ротора дробарки, м;
 l - довжина ротора, м;
 n - число обертів, об/хв.

$$P_{\text{добр}} = 0,15 \cdot 0,95^2 \cdot 0,25 \cdot 1500 = 50,76 \text{ кВт.}$$

З досвіду експлуатації різноманітних машин для переробки кормів експериментально визначені питомі витрати енергії на подрібнення [4].

Використовуючи дані досліджень, можна орієнтовно визначити потужність машини, що споживається, з подібними робочими органами за умовою

$$P_{\text{оп.}} = Q \cdot q, \quad (3)$$

де Q - продуктивність машини, кг/с;
 q - питомі затрати енергії, кДж/кг, для молоткових дробарок $q = 3,5-4,2$ кДж/кг.

$$P_{\text{оп.}} = 1,66 \cdot 4 = 6,64 \text{ кВт.}$$

Потужність подрібнення $P_{\text{подр.}}$, кВт, знаходять за виразом

$$P_{\text{подр.}} = Q \cdot A_{\text{подр.}}, \quad (4)$$

де Q - продуктивність машини, кг/с.

Робота $A_{\text{подр.}}$, кДж/кг, яка витрачається на подрібнення матеріалу, визначається за формулою

$$A_{\text{подр.}} = C_1 \cdot \lg \lambda^3 + C_2 \cdot (\lambda - 1), \quad (5)$$

Коефіцієнти C_1 та C_2 визначаються за довідковою літературою [4]. Для дрібного помелу приймають $\lambda = 4$ мм.

$$A_{\text{подр.}} = 7 \cdot \lg 4^3 + 0,8(4 - 1) = 15, \text{ кДж/кг}$$

$$P = 1,6 \cdot 15 = 24 \text{ кВт}$$

Для середнього помелу $\lambda = 2,5$ мм.

$$A_{\text{подр.}} = 7 \cdot \lg 2,5^3 + 0,8(2,5 - 1) = 9,55, \text{ кДж/кг}$$

$$P = 1,6 \cdot 9,55 = 15,3 \text{ кВт}$$

Для крупного помелу $\lambda = 1,6$ мм

$$A_{\text{подр.}} = 7 \cdot \lg 1,6^3 + 0,8(1,6 - 1) = 4,76, \text{ кДж/кг}$$

$$P = 1,6 \cdot 15 = 7,6 \text{ кВт}$$

Отримані результати вказують, що чим дрібніше помел, тим більш зростає потужність подрібнення дробарки $P_{\text{подр.}}$, кВт, а продуктивність машини залишається постійною.

Електропривод дробарки повинен забезпечувати стабільність швидкості обертання робочих органів навіть в умовах ручного завантаження, коли навантаження на валу двигуна змінюється у значних межах.

Навантажувальним діаграмам молоткових дробарок притаманний змінний характер з великими коливаннями моменту і швидкості. Енергетичні показники залежать від швидкостей: обертальної молотків (57...77 м/с) і поступальної стрічки транспортера, що живить, (10...20 м/с), а також від вологості, щільності кормів і конструкції машин.

На рис. 2 представлена навантажувальна діаграма дробарки А1-ДМ2Р-55.

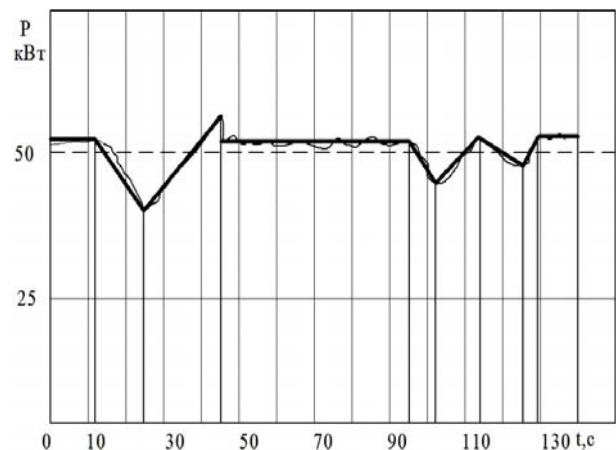
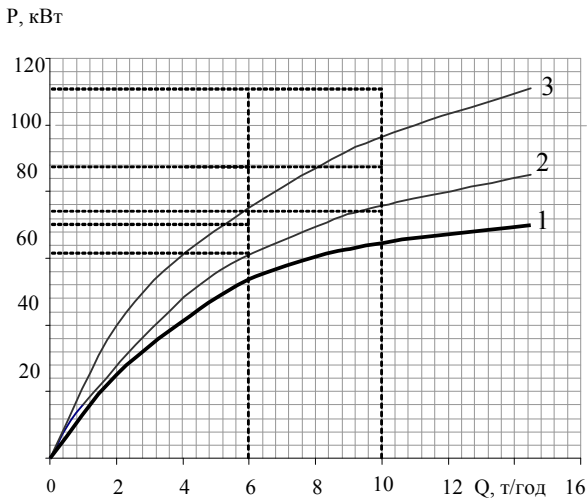


Рисунок 2 – Навантажувальна діаграма дробарки А1-ДМ2Р-55

Для обґрунтування вибору молоткової дробарки типу А1-ДМ2Р з сумарною встановленою потужністю 55,85 кВт були отримані залежності потужності електродвигунів P , кВт від продуктивності Q , т/год. для трьох дробарок з різною номінальною потужністю.

Візуалізація даних залежностей представлена на рис. 3. Для аналізу було прийнято діапазон продуктивності 6...10 т/год., виходячи із технологічної характеристики робочих машин потокової технологічної лінії.

Результати досліджень показують, що при збільшенні швидкості обертання молотків продуктивність дробарки пропорційно зростає з одночасним зменшенням крупності помелу та енергоємності. Але продуктивність машини, якість перероблюваного продукту і енергоємність процесу значною мірою залежать і від виду перероблюваного продукту та його якісних характеристик (вологість, крупність тощо).



- 1 – характеристика зернодробарки А1-ДМ2Р-55;
 2 - характеристика зернодробарки А1-ДМ2Р-75;
 3 - характеристика зернодробарки А1-ДМ2Р-110

Рисунок 3 – Залежності графічні $P = f(Q)$ продуктивності молоткових дробарок

Необхідну стабільність забезпечують асинхронні двигуни з нормальною механічною характеристикою.

Механічна характеристика механізмів у загальному випадку описується рівнянням

$$M_c = M_0 + (M_{c,ном} - M_0) \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_{ном}} \right)^{1,7} \quad (6)$$

де M_c – момент статичних опорів робочої машини при заданій швидкості, Н·м;

M_0 – момент зрушення механізму (початковий), Н·м;

$M_{c,ном}$ – момент статичних опорів при номінальній кутовій швидкості, Н·м;

ω , ω_n – задана і номінальна кутова швидкість, рад/с;

Момент зрушення дробарок було прийняти $M_0 = (0,2...0,3) M_{c,ном}$. Номінальний момент опору визначався виходячи з умов, що виникають у механізмі при його роботі. Механічна характеристика була розрахована і побудована для повного навантаження.

Для розрахунку зусиль під навантаженням були проаналізовані технологічна і кінематична характеристики робочої машини. Для визначення потужності електродвигуна при змінному навантаженні виробничого механізму дробарки використовували метод еквівалентних розмірів моменту, потужності.

Аналіз залежності питомих витрат електроенергії від продуктивності машин вказує на доцільність використання дробарки серії А1-ДМ2Р-55. Використання дробарки А1-ДМ2Р-55 дає можливість отримати економічний ефект при експлуатації за рахунок наявності реверсу ротора і економії часу в обслуговуванні, що приведе до збільшення продуктивності в цілому всієї лінії.

Висновки. На підставі залежності $P=f(Q)$ було встановлено, що найменші питомі витрати електричної енергії на подрібнення має дробарка А1-ДМ2Р-55. Тому цю дробарку доцільніше обрати для технологічного процесу подрібнення кормів.

Використання дробарки А1-ДМ2Р-55 дає можливість отримати економічний ефект при експлуатації за рахунок наявності реверсу ротора і економії часу в обслуговуванні, що приведе до збільшення продуктивності в цілому всієї лінії.

Список використаних джерел

1. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній: Підручник / Є. Л. Жулай, Б. В. Зайцев, Ю. М. Лавріненко, О. С. Марченко, Д. Г. Войтюк; За ред. Є. Л. Жулая. – К.: Вища освіта, 2001. – 288 с.
2. Бочарова Т. А. Технология хранения и переработки продукции растениеводства с основами стандартизации. Часть 3. Технические культуры, пивоварение, комбикорма: учебное пособие / Т. А. Бочарова. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. - 115 с.
3. Дробилка А1-ДМ2Р-55. Технический паспорт. - Режим доступу: <http://www.chertezhi.com/assets/files/212/stranic.pdf>.
4. Технология виробництва комбикормів. Опис. – Режим доступу: <http://www.kurcha.com.ua/index.php?>
5. Курсовое и дипломное проектирование по машиноиспользованию в животноводстве, автоматизации ферм и перерабатывающих предприятий/ Н. В. Брагинец, И. И. Ревенко, Д. Н. Бахарев [и др]. Учебное пособие. – Луганск: Элтон-2, ЛНАУ, 2012. – 452 с.

Аннотация

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ А1-ДМ2Р-55

Куценко Ю. Н.

Представлено методику и результаты выбора режима работы электропривода дробилки А1-ДМ2Р-55, обусловленный экономическим эффектом с малыми удельными затратами электроэнергии на дробление.

Abstract

CHOICE AND JUSTIFICATION MODE OF HAMMER CRUSHER A1-DM2R-55

Yu. Kutsenko

The method and results of mode selection electric crusher А1-DM2R-55, which causes the economic impact of small specific energy consumption for grinding.