



Паламарчук І. П.

Янович В. П.

Купчук І.М.

*Вінницький
національний аграрний
університет*

Palamarchuk I. P.

Yanovich V. P.

Kurchuk I. M.

*Vinnitsia National
Agrarian University*

УДК 621.926.2:629.4.016.2:664.2:663.5

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВІБРОТОРНОЇ ДРОБАРКИ КРОХМАЛОВМІСТНОЇ СИРОВИНИ СПИРТОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

В статті здійснено аналіз вібраційної коливної системи, як технологічної одиниці, що дозволило виявити основні фактори впливу, зокрема що стосується енергетичної характеристики досліджуваного процесу. Також було визначено раціональні режими роботи вібраційної роторної дробарки, шляхом експериментальної оцінки енергетичних параметрів даного обладнання, в результаті чого було отримано графічні залежності споживаної потужності електродвигуна від частоти обертання приводного валу, подачі матеріалу та розмірів перфорації отворів сепараційної поверхні.

Ключові слова: віброторна дробарка, подрібнення, енергетичний баланс, споживана потужність.

Вступ. Серед основних параметрів вібраційного процесу можна виділити:

- кінематичні, які характеризують закономірність руху виконавчих органів коливальної системи (амплітуда, частота, період, фаза коливальних, віброшвидкість, віброприскорення, розмах та напіврозмах коливальних, пікові значення амплітуди, рівень вібрації, декремент коливальних та інші.) [1, 2];

- силові параметри, які обумовлюють закономірність вібраційної дії на об'єкт технологічного впливу та визначають траєкторію руху складових коливальної системи (змушуюча сила, момент та їх складові);

- енергетичні параметри, які характеризують взаємоперетворення енергії, що постачається коливальною системою та виробляється при експлуатації (потужність змушуюча сили, витрати потужності на привід, коефіцієнт дисипації енергії, коефіцієнти постачання та віддачі енергії тощо).

У загальному випадку до основних енергетичних параметрів вібрації можна віднести роботу змушуючих сил або моментів та внутрішніх сил опору коливальної системи. Робота зовнішніх сил створюється незрівноваженими масами та витрачається на

здолання сил опору системи та забезпечення коливного руху виконавчих органів вібраційної технологічної машини із заданими параметрами. Внутрішні сили опору коливної системи становлять сили реактивного та дисипативного опору.

Корисна потужність може бути знайдена із енергетичного балансу коливальної системи (рис. 1).

При цьому рівняння балансу потужності представляється у вигляді:

$$N_K = N_O - [N_{B.C.} + N_{B.P.} + N_{MEX} + N_{ДОД}], (1)$$

де N_K – корисна потужність на привід, Вт;

N_O – Потужність енергії що постачається із електромережі, Вт;

$N_{B.C.}$ та $N_{B.P.}$ – витрати потужності в статорі та роторі, Вт;

$N_{ДОД} = 0,005 N_O$ – додаткові витрати потужності, Вт;

N_{MEX} – механічні витрати потужності, Вт.

Потужність, що постачається з електромережі до електродвигуна [2, 3, 4]:

$$N_O = 3UI \cos \varphi, (2)$$

де U – величина напруги, В;

I – сила струму, А;

$\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності.

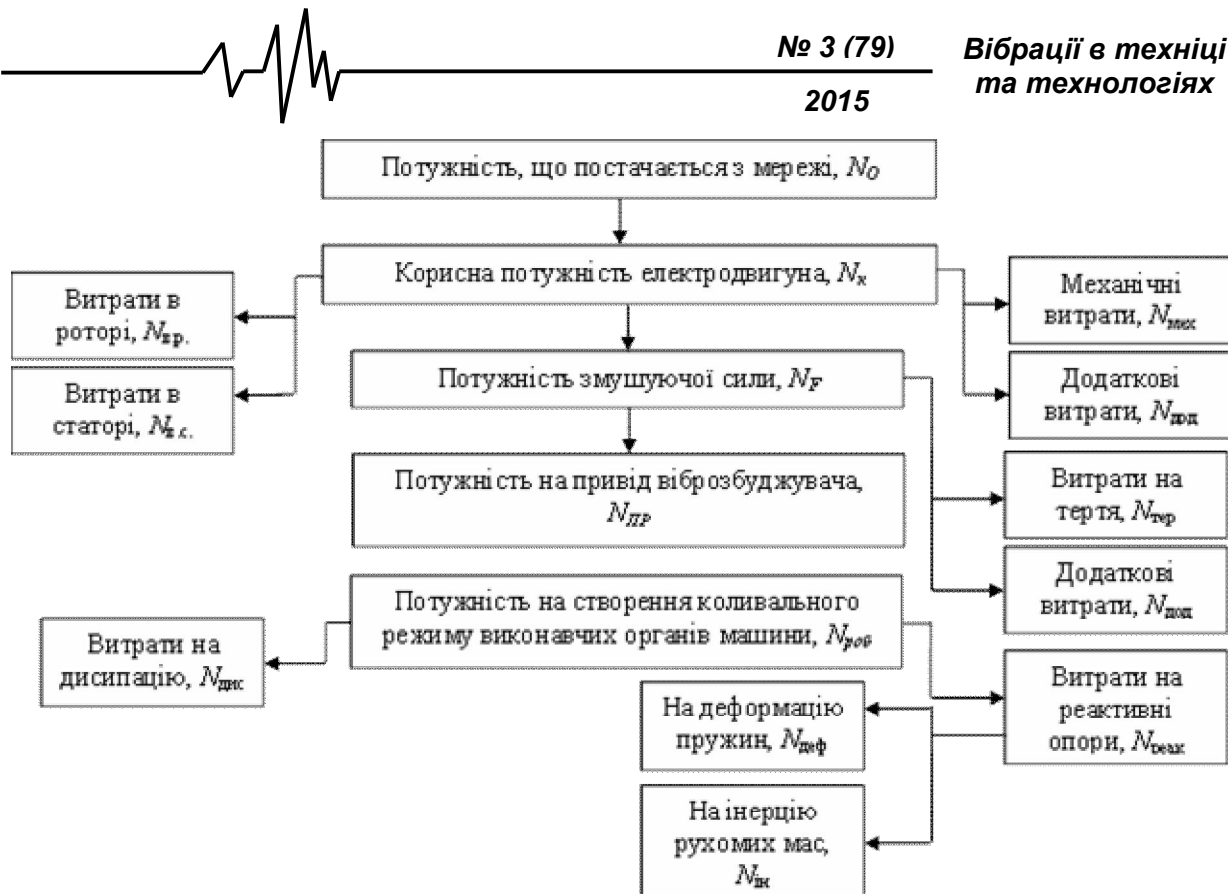


Рис. 1. Енергетичний баланс коливної системи

Коефіцієнт потужності залежить від коефіцієнту завантаження β (3) двигуна [2, 3]. Так для асинхронних електродвигунів можна прийняти на холостому ході $\cos\mu_x = 0,1 \dots 0,25$, при номінальному завантаженні $\cos\mu_H = 0,75 \dots 0,93$.

$$\epsilon = \frac{M_{оп}}{M_{кр}}, \quad (3)$$

де $M_{оп}$ – момент опору системи;

$M_{кр}$ – крутний момент на валу електродвигуна.

Коефіцієнт корисної дії (к.к.д.) віброприводу:

$$\epsilon = \frac{N_k}{N}. \quad (3)$$

Оскільки номінальне значення η відповідає коефіцієнту завантаження $\beta = 1$, при розрахунку потрібної потужності двигуна необхідною умовою є забезпечення у сталому режимі роботи вібраційної машини значення коефіцієнта завантаження близьким до одиниці.

Метою даного дослідження є обґрунтування раціональних режимів роботи вібраційної роторної дробарки, шляхом експериментальної оцінки енергетичних параметрів даної машини.

Викладення основного матеріалу. На рис. 2 представлено експериментальну залежність енерговитрат від частоти обертання

приводного валу та подачі матеріалу при діаметрі отворів се парувальної поверхні $d=2$ мм.

З поданої залежності видно, що при роботі машини без подачі матеріалу зі зростанням частоти обертання ω споживана потужність N_0 збільшується практично пропорційно. Коли відбувається підвищення ступеня завантаженості робочої камери (збільшується подача матеріалу), амплітуда коливань контейнера зменшується, а витрати потужності зростають, разом з цим при перевищенні частоти $\omega=128 \dots 130$ рад/с спостерігається майже квадратичне зростання N_0 , що свідчить про збільшення реактивного та дисипативного опору матеріалу внаслідок його рециркуляції та несвоєчасного виведення із робочої зони.

При робочій частоті машини $\omega=120-125$ рад/с споживана потужність електродвигуна, при подачі матеріалу $Q=100 \dots 600$ кг/год, становить: $N_0=740 \dots 1160$ Вт.

При цьому, як видно з рис. 3, зростання подачі матеріалу при сталій частоті $\omega=130$ рад/с супроводжується майже квадратичним зростанням потужності N_0 , яку споживає електропривод з мережі, що спричинено розсіюванням енергії в оброблюваному середовищі.

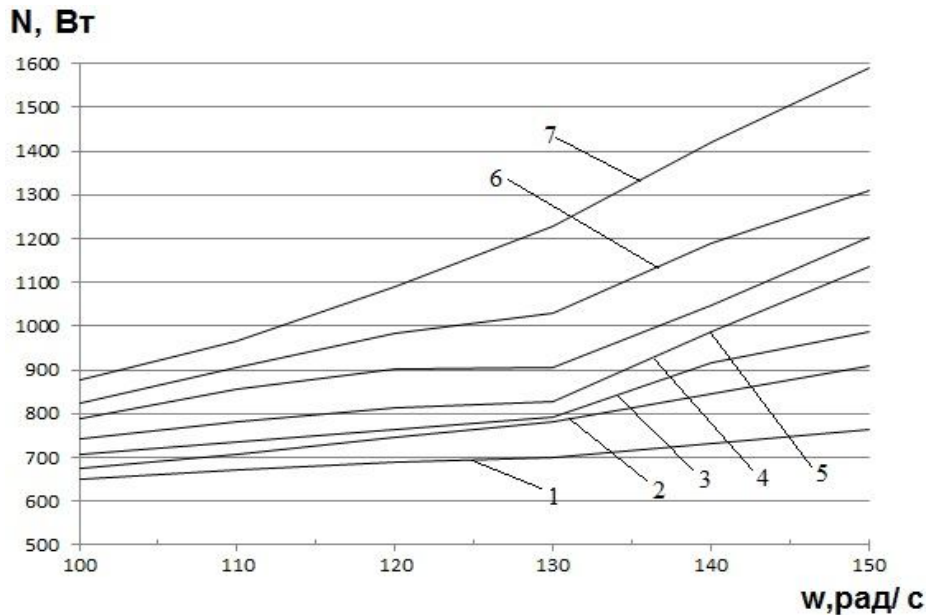
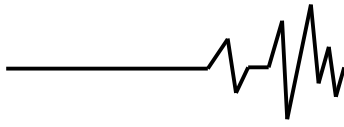


Рис. 2. Споживана потужність електродвигуна в залежності від частоти обертання приводного валу та подачі матеріалу: 1 – при відсутності подачі матеріалу; 2 – при подачі 100 кг/год; 3 – при подачі 200 кг/год; 4 – при подачі 300 кг/год; 5 – при подачі 400 кг/год; 6 – при подачі 500 кг/год; 7 – при подачі 600 кг/год

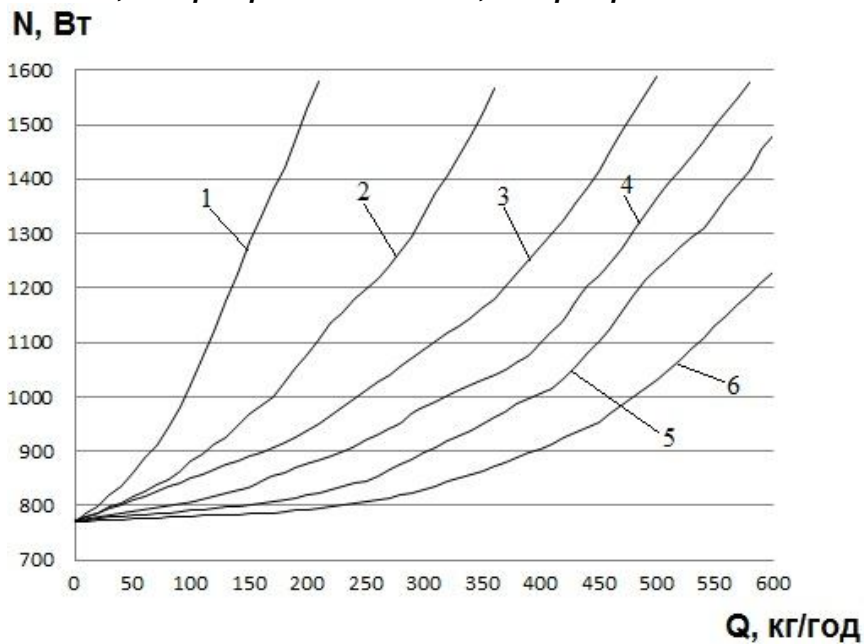


Рис. 3. Споживана потужність електродвигуна в залежності від подачі матеріалу та діаметра отворів сепараційної поверхні: 1 – при $d=1$ мм; 2 – при $d=1,25$ мм; 3 – при $d=1,4$ мм; 4 – при $d=1,6$ мм; 5 – при $d=1,8$ мм; 6 – при $d=2$ мм

Висновки

1. Аналіз вібраційної коливної системи, як технологічної одиниці дозволив виявити основні фактори впливу, зокрема що стосується енергетичної характеристики досліджуваного процесу.

2. При здійсненні експериментальної оцінки енергетичних характеристик процесу вібраційного ударно-різального здрибнення в'язко-сипкого матеріалу було встановлено:

- доцільність роботи при кутовій швидкості приводного валу електродвигуна в межах $\omega=120\dots130$ рад/с.

- зростання енерговитрат в 1,4...1,5 разів при досягненні подачі матеріалу до $Q = 600$ кг/год.

- зниження енерговитрат в 1,5 разів при збільшенні діаметра сепараційної поверхні з перфорацією від 1 до 2 мм.

**Список використаних джерел**

1. Джинджихадзе С.П. Исследование энергоемкости процесса дробления фуражного зерна в молотковых дробилках: Автореф. дис. канд. Техн. Наук.: 05.02.16 / С.П. Джинджихадзе. – Тбилиси: ТПИ, 2007. – 32.
2. Паламарчук І.П. Обґрунтування основних етапів інженерного розрахунку та проектування вібраційних технологічних машин // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. Вип.. 20. – ВДАУ, 2006. – С. 227 – 234.
3. Франчук В.П., Червоненко А.Г., Тарасенко А.А., Королев П.П. Энергетическая и силовая оценка различных типов приводов вибрационных мельниц.- В сб. научных трудов: Проблемы вибрационной техники.- К.: Наукова думка, 1970.– С. 202-210.
4. Паламарчук І.П. Розробка конструктивно-технологічної схеми віброторної дробарки / І.П. Паламарчук, В.П. Янович, І.М. Купчук, І.В. Соломко // Вібрації в техніці та технологіях. 2013. – №1(69). – С. 125-129.
5. Паламарчук І.П. Дослідження амплітудно-частотних та енергетичних характеристик віброторної дробарки для виробництва спирту/ І.П. Паламарчук, В.П. Янович, І.М. Купчук // Вібрації в техніці та технологіях. 2013. – №1(69). – С. 125-129.
6. Паламарчук І.П., Липовий І.Г. Обґрунтування силових та енергетичних характеристик вібропланетарної різальної машини // Вібрації в техніці та технологіях. – 2007.– №4 (49). – С. 50 – 55.

Список джерел в транслітерації

1. Dzhyndzhykhadze S.P. Yssledovanye enerhoemkosty protsesssa droblenyya furazhnoho zerna v molotkovkh drobylkakh: Avtoref. dys. kand. Tekhn. Nauk.: 05.02.16 / S.P. Dzhyndzhykhazhze. – Tbylysy: TPU, 2007. – 32.
2. Palamarchuk I.P. Obgruntuvannya osnovnykh etapiv inzhenernoho rozrakhunku ta proektuvannya vibratsiynykh tekhnolohichnykh mashyn // Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho derzhavnoho ahrarynoho universytetu. Vyp.. 20. – VDAU, 2006. – S. 227 – 234.
3. Franchuk V.P., Chervonenko A.H., Tarasenko A.A., Korolev P.P. Enerhetycheskaya y sylovaya otsenka razlychnykh typov pryvodov vybratsyonnykh melnyts. – V sb. nauchnykh trudov: Problemu vybratsyonnoy tekhniky. – K.: Naukova dumka, 1970.– S. 202–210.
4. Palamarchuk I.P. Rozrobka konstruktyvno-tekhnolohichnoyi skhemy vibrorotornoji drobarky / I.P. Palamarchuk, V.P.

Yanovych, I.M. Kupchuk, I.V. Solomko // Vibratsiyyi v tekhnitsi ta tekhnolohiyakh. 2013. – №1(69). – S. 125–129.

5. Palamarchuk I.P. Doslidzhennya amplitudno-chastotnykh ta enerhetychnykh kharakterystyk vibrorotornoji drobarky dlya vyrobnytstva spyrtu / I.P. Palamarchuk, V.P. Yanovych, I.M. Kupchuk // Vibratsiyyi v tekhnitsi ta tekhnolohiyakh. 2013. – №1(69). – S. 125–129.

6. Palamarchuk I.P., Lypovyy I.H. Obhruntuvannya sylovykh ta enerhetychnykh kharakterystyk vibroplanetarnoii rizalnoyi mashyny // Vibratsiyyi v tekhnitsi ta tekhnolohiyakh. – 2007.– №4 (49). – S. 50 – 55.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ВИБРОТОРНОЙ ДРОБИЛКИ
КРОХМАЛОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ
СПИРТОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Аннотация В статье осуществлен анализ вибрационной колеблющейся системы, как технологической единицы, что позволило выявить основные факторы влияния, в том числе касается энергетической характеристики исследуемого процесса. Также были определены рациональные режимы работы вибрационной роторной дробилки, путем экспериментальной оценки энергетических параметров данного оборудования, в результате чего было получено графические зависимости потребляемой мощности электродвигателя от частоты вращения приводного вала, подачи материала и размеров перфорации отверстий сепарационной поверхности.

Ключевые слова: виброторная дробилка, измельчения, энергетический баланс, потребляемая мощность.

**EXPERIMENTAL EVALUATION OF ENERGY
PARAMETERS VIBRATION ROTARY CRUSHER
OF STARCH RAW MATERIALS IN THE
ALCOHOL INDUSTRY**

Annotation. In the article the vibration oscillatory system as a technological one is analyzes, which revealed major impacts, in particular for the energy characteristics of the process. It was also determined rational modes of vibration of rotor crusher by experimental evaluation of energy parameters of the equipment, which resulted in a graphical power consumption depending on the speed of the motor drive shaft, presenting the material and size of perforation holes separation surface.

Key words: vibration rotary crusher, crushing, energy balance, power consumption.