

4. Берека О.М. Часткові розряди в зерновій масі під дією сильного електричного поля / О.М. Берека, С.М. Усенко, С.В. Петриченко // Праці Таврійського держ. агротехн. ун-ту. – Вип. 11, Т. 6. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – С. 184 – 191.
5. Вибрации в технике: справ. в 6 т. / [Г.Г. Азбель, И.И. Блехман, И.И. Быховский и др.]; ред. сов. В.Н. Челомей (пред.). – М.: Машиностроение, 1981. – Т. 4. Вибрационные процессы и машины / [Г.Г. Азбель, И.И. Блехман, И.И. Быховский и др.]; под ред. Э.Э. Лавендела, 1981. – 509 с.
6. Зенков Р.Л. Машины непрерывного транспорта: учеб. для студ. вузов, обучающихся по спец. "Подъемно-транспортные машины и оборудование" / Зенков Р.Л., Ивашков И.И., Колобов Л.Н. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Машиностроение, 1987. – 432 с.
7. Зенков Р.Л. Механика насыпных грузов (основания расчета погрузочно-разгрузочных и транспортирующих устройств) / Р.Л. Зенков. – Москва: Гос. науч.-техн. изд-во машиностроительной лит-ры (Машгиз), 1952. – 217 с.
8. Roberts A.W. Vibration of Powders and its Application / Roberts A.W. // Handbook of Powder Science and Technology (під редакцією М.Е. Fayed, L. Otten). – Van Nostrand., 1984. – с. 166-185.

Рассмотрен процесс истечения зерна с камеры обработки под действием сил тяжести и искусственной вибрации. Представлены зависимости скорости и времени истечения зерна от угла открытия затвора под действием вибрации.

Зерновая масса, скорость истечения, время обработки, угол открытия, вибрация, сильное электрическое поле.

It is looked at grain flow process from processing cell under gravity and made vibration. It is determined grain flood speed and time dependences on bolt turning angle by vibration.

Grain mass, flow speed, processing time, turning angle, vibration, high electric field.

УДК 621.327.539

ВПЛИВ ВІДХИЛЕННЯ НАПРУГИ ТА ЧАСТОТИ СТРУМУ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВАКУУМ-НАСОСІВ

О.Ю. Синявський, В.В. Савченко, кандидати технічних наук

Проведено дослідження впливу відхилення напруги та частоти струму на кутову швидкість і технологічні характеристики вакуум-насосів. Встановлено залежності продуктивності і потужності вакуум-насоса від напруги і частоти струму.

Вакуум-насос, відхилення напруги, частота струму, електропривод, продуктивність, потужність.

При відхиленні показників якості електроенергії від номінального значення виникають збитки, які мають дві складові: електромагнітну і технологічну. Електромагнітна складова визначається втратою активної потужності і зміною терміну служби ізоляції електрообладнання. Технологічна складова збитків обумовлена впливом якості електричної енергії на продуктивність технологічних установок та собівартість продукції, що випускається [1].

Відхилення напруги і частоти струму викликає зміну кутової швидкості електродвигуна, яка, в свою чергу, обумовлює зміну технологічних характеристик робочих машин.

Мета досліджень – встановлення впливу відхилення напруги і частоти струму на технологічні характеристики вакуум-насосів.

Матеріали та методика досліджень. Аналіз зміни кутової швидкості електроприводів вакуум-насосів та втрат енергії при відхиленні напруги і частоти струму проводився з використанням положень теорії електропривода, які стосуються електромеханічних властивостей асинхронних електродвигунів, приводних характеристик робочих машин і механізмів та застосуванням математичного моделювання.

При експериментальних дослідженнях напругу на двигуні змінювали за допомогою автотрансформатора, частоту струму – перетворювача частоти, вимірюючи при цьому частоту обертання вала тахометром. Використовуючи залежності продуктивності транспортерів від кутової швидкості, визначали зміну технологічних параметрів транспортера при відхиленні напруги та частоти струму від номінального значення.

Результати досліджень. При відхиленні напруги механічна характеристика електродвигуна на робочій ділянці описується рівнянням [2]:

$$M_{\delta} = \beta_{\delta} U_*^2 (\omega_0 - \omega), \quad (1)$$

де M_{δ} – момент двигуна, Н·м; β_{δ} – жорсткість механічної характеристики електродвигуна, Н·м·с; ω_0 – синхронна кутова швидкість, с⁻¹; ω – задана кутова швидкість, с⁻¹; $U_* = U/U_H$ – напруга у відносних одиницях.

Механічна характеристика вакуум-насоса має слабо виражений вентиляторний вигляд [3], тому можна вважати, що $M_c \approx \text{const}$. Тоді в установлених режимі роботи

$$\beta_{\delta} U_*^2 (\omega_0 - \omega) = M_c, \quad (2)$$

або

$$\beta_{\delta} U_*^2 (\omega_0 - \omega_n \omega_*) = M_c, \quad (3)$$

де $\omega_* = \omega/\omega_n$ – кутова швидкість у відносних одиницях.

Після перетворення отримаємо

$$\omega_* = \frac{\omega_0}{\omega_n} - \frac{M_c}{\beta_{\delta} \omega_n U_*^2}. \quad (4)$$

Продуктивність вакуум-насосів із зростанням кутової швидкості змінюється за лінійним законом:

$$Q = 0,98 e D L \omega \varphi_n \eta_m, \quad (5)$$

де e – ексцентриситет, м; D – діаметр статора, м; L – довжина статора, м; ω – кутова швидкість, с^{-1} ; φ_n – коефіцієнт наповнення; η_m – манометричний коефіцієнт:

$$\eta_m = (p_{\bar{o}} - h) / p_{\bar{o}}, \quad (6)$$

де $p_{\bar{o}}$ – атмосферний тиск, Па; h – вакуум, Па.

Тоді

$$Q_* = \omega_*, \quad (7)$$

а закон зміни продуктивності вакуум-насоса при зміні напруги записується у вигляді:

$$Q_* = \frac{\omega_0}{\omega_n} - \frac{M_{cn}}{\beta_o \omega_n U_*^2}. \quad (8)$$

Експериментальні залежності продуктивності і потужності вакуум-насоса від напруги наведені на рис. 1. Встановлено, що продуктивність і потужність вакуум-насоса змінюються нелінійно при зміні напруги.

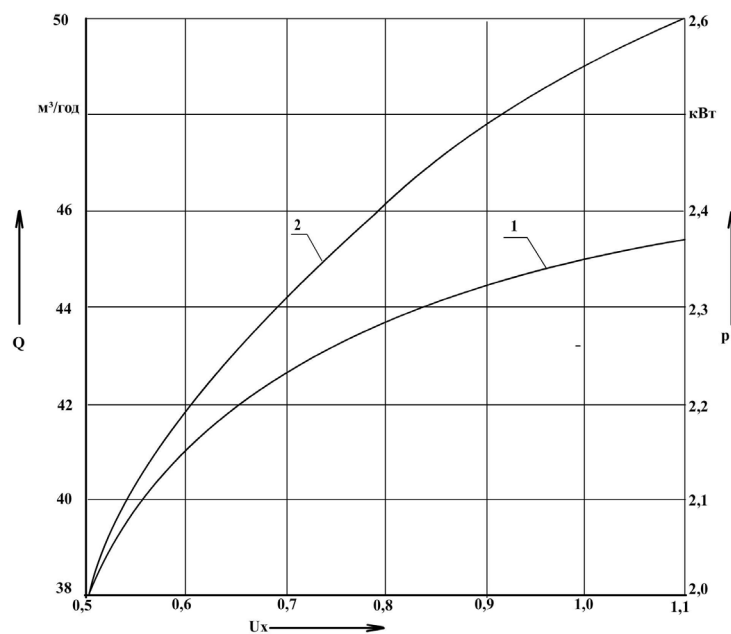


Рис.1. Залежності продуктивності (1) і потужності (2) вакуум-насоса установки УВУ60/45 від напруги при вакуумі 53,32 кПа

При зміні частоти струму механічна характеристика асинхронного електродвигуна на робочій ділянці описується рівнянням:

$$M_o = \beta_o \left(\frac{2\pi f}{p} - \omega \right), \quad (9)$$

де f – частота струму, Гц; p – число пар полюсів.

В усталеному режимі роботи

$$\beta_o \left(\frac{2\pi f}{p} - \omega \right) = M_{cn}, \quad (10)$$

або

$$\beta_o \left(\frac{2\pi f}{p} - \omega_n \omega_* \right) = M_{сн}. \quad (11)$$

Синхронна кутова швидкість електродвигуна при номінальній частоті струму f_H визначається за формулою:

$$\omega_{0H} = \frac{2\pi f_H}{p}. \quad (12)$$

Тоді рівняння (11) запишеться у вигляді:

$$\beta_o (\omega_{0H} f_* - \omega_n \omega_*) = M_{сн}, \quad (13)$$

звідки отримаємо

$$\omega_* = \frac{\omega_{0H}}{\omega_n} f_* - \frac{M_{сн}}{\beta_o \omega_n}. \quad (14)$$

Для двигунів з жорсткою механічною характеристикою $\omega_H \approx \omega_{0H}$, тому другим доданком у виразі (14) можна знехтувати. Тоді отримаємо:

$$f_* \approx \omega_*, \quad (15)$$

а закон зміни продуктивності вакуум-насоса при цьому запишеться у вигляді:

$$Q_* = f_*. \quad (16)$$

Експериментальні залежності продуктивності і потужності вакуум-насоса від частоти струму показані на рис. 2. Як впливає із наведених залежностей, при відхиленні частоти струму продуктивність вакуум-насоса змінюється прямо пропорційно зміні частоти струму, а потужність – нелінійно зростає із підвищенням частоти струму.

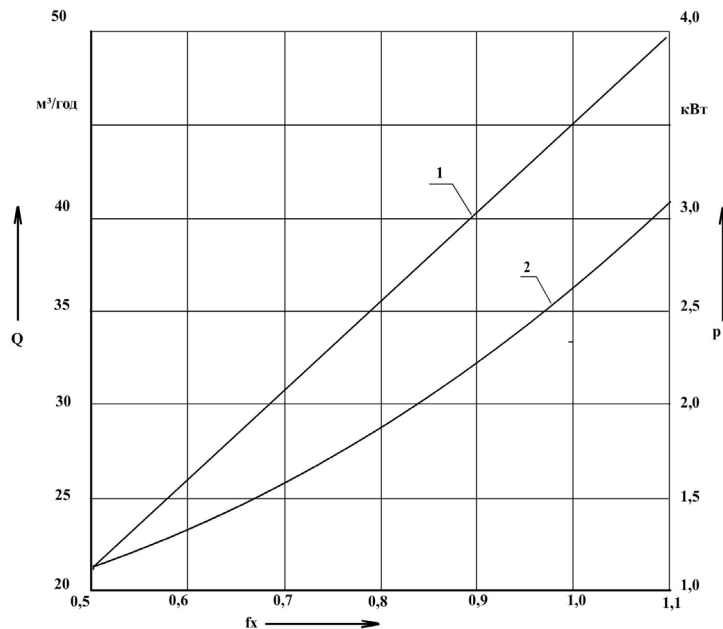


Рис.2. Залежності продуктивності (1) і потужності (2) вакуум-насоса установки УВУ60/45 від частоти струму при вакуумі 53,32 кПа

Висновки

При відхиленні напруги кутова швидкість і продуктивність вакуум-насоса змінюється обернено пропорційно квадрату напруги, а при відхи-

ленні частоти струму – прямо пропорційно частоті струму. Потужність вакуум-насоса залежить нелінійно від напруги і частоти струму.

На основі проведених досліджень встановлено, що при зниженні напруги на 20 % продуктивність вакуум-насосів знижується до 3 %, а при зниженні частоти струму на 2 % – до 2 %.

Список літератури

1. Аванесов В.М. Анализ структуры потерь электрической энергии в электроустановках при отклонении напряжения от оптимального значения / В.М. Аванесов, Е.В. Садков // Энергобезопасность в документах и фактах. – 2005. – №4. – С. 19–21.

2. Електропривод / [Лавріненко Ю.М., Марченко О.С., Савченко П.І. та ін.]; за ред. Ю.М. Лавріненка. – К.: Ліра-К, 2009. – 504 с.

3. Електропривод сільськогосподарських машин, агрегатів та поточкових ліній / [Жулай Є.Л., Зайцев Б.В., Лавріненко Ю.М та ін.]; за ред. Є.Л. Жулая. – К.: Вища освіта, 2001. – 288 с.

Проведено исследование влияния отклонения напряжения и частоты тока на угловую скорость и технологические характеристики вакуум-насосов. Установлены зависимости производительности и мощности вакуум-насоса от напряжения и частоты тока.

Вакуум-насос, отклонение напряжения, частота тока, электропривод, производительность, мощность.

Studies of voltage deviation and current frequency to the angular speed and technological characteristics of vacuum pumps have been conducted. The dependences of performance and capacity vacuum pump from the voltage and frequencies were established.

Vacuum pump, voltage deviation, frequency, electric drive, performance, power.

УДК 621.313

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ШВИДКІСНИХ РЕЖИМІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

В.С. Федорейко, доктор технічних наук

М.І.Рутило, кандидат технічних наук

І. Б.Луцик, І.С.Іскерський, інженери

***Тернопільський національний педагогічний університет
ім. В.Гнатюка***

Обґрунтовано використання імітаційного моделювання для дослідження швидкісних режимів технологічних процесів. Наведено приклади