

ВПЛИВ ВІДХИЛЕННЯ НАПРУГИ ТА ЧАСТОТИ СТРУМУ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОЛОЧНИХ НАСОСІВ

В.В. Савченко, кандидат технічних наук

Проведено дослідження впливу відхилення напруги та частоти струму на кутову швидкість і технологічні характеристики молочних насосів. Встановлено залежності продуктивності, напору і потужності молочних насосів від напруги і частоти струму.

Молочний насос, електропривод, відхилення напруги, частота струму, продуктивність, напір, потужність молочного насоса.

Відхилення від нормованих значень напруги і частоти струму викликає порушення нормального ходу технологічних процесів, простої сільськогосподарських підприємств та випуск неякісної продукції, збільшення захворюваності та загибелі рослин і тварин, скорочення строку служби електрообладнання, зростання втрат електроенергії тощо [1].

Нині фактичне відхилення напруги в електромережах України значно перевищує допустиме значення. Математичне очікування відхилення напруги знаходиться в межах 16 %, а діапазон зміни напруги складає 15–28 % від номінального [4].

Внаслідок відхилення напруги або частоти струму змінюється кутова швидкість двигуна, яка, в свою чергу, обумовлює зміну технологічних характеристик робочих машин.

Мета досліджень – встановлення впливу відхилення напруги та частоти струму на технологічні характеристики молочних насосів.

Матеріали і методика досліджень. Аналіз зміни кутової швидкості електроприводів молочних насосів 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 фірми «Mitsubishi» і при цьому визначали кутову швидкість, продуктивність, напір і потужність молочного насоса.

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

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

де M_{∂} – момент двигуна, Н·м; β_{∂} – 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 відцентрових молочних насосів має вигляд [3]:

$$M_c = M_0 + (M_{сн} - M_0) \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^2, \quad (2)$$

де M_c – момент статичних опорів робочої машини, Н·м, при заданій кутовій швидкості; M_0 – початковий момент, Н·м; $M_{сн}$ – момент статичних опорів, Н·м, при номінальній кутовій швидкості; ω і ω_n – задане і номінальне значення кутової швидкості, с⁻¹.

В усталеному режимі роботи

$$\beta_o U_*^2 (\omega_0 - \omega) = M_0 + (M_{сн} - M_0) \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^2, \quad (3)$$

або

$$\beta_o U_*^2 (\omega_0 - \omega_n \omega_*) = M_0 + (M_{сн} - M_0) \omega_*^2, \quad (4)$$

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

Після перетворень отримаємо:

$$U_* = \sqrt{\frac{M_0 + (M_{сн} - M_0) \omega_*^2}{\beta_o (\omega_0 - \omega_n \omega_*)}}. \quad (5)$$

Як впливає із виразу (5), кутова швидкість молочного насоса при відхиленні напруги змінюється за складним алгоритмом.

Для відцентрових насосів [3] продуктивність

$$Q_* = \omega_*, \quad (6)$$

напір

$$H_* = \omega_*^2, \quad (7)$$

потужність

$$P_* = \omega_*^3. \quad (8)$$

Тоді закони зміни вказаних величин для молочного насоса при відхиленні напруги запишуться у вигляді:

для продуктивності молочного насоса:

$$U_* = \sqrt{\frac{M_0 + (M_{сн} - M_0) Q_*^2}{\beta_o (\omega_0 - \omega_n Q_*)}}, \quad (9)$$

напору:

$$U_* = \sqrt{\frac{M_0 + (M_{сн} - M_0) H_*}{\beta_o (\omega_0 - \omega_n \sqrt{H_*})}}, \quad (10)$$

потужності:

$$U_* = \sqrt{\frac{M_0 + (M_{сн} - M_0) P_*^{2/3}}{\beta_o (\omega_0 - \omega_n \sqrt[3]{P_*})}}. \quad (11)$$

Проведені експериментальні дослідження зміни продуктивності, напору і потужності молочних насосів 36 МЦ6-12 та НМУ-6 при відхиленні

напруги підтвердили адекватність аналітичних формул (9)–(11). Результати досліджень наведено на рис. 1.

Як впливає із наведених залежностей, при відхиленні напруги продуктивність, напір та потужність молочних насосів змінюються за складними алгоритмами.

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

$$M_{\partial} = \beta_{\partial} \left(\frac{2\pi f}{p} - \omega \right), \quad (12)$$

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

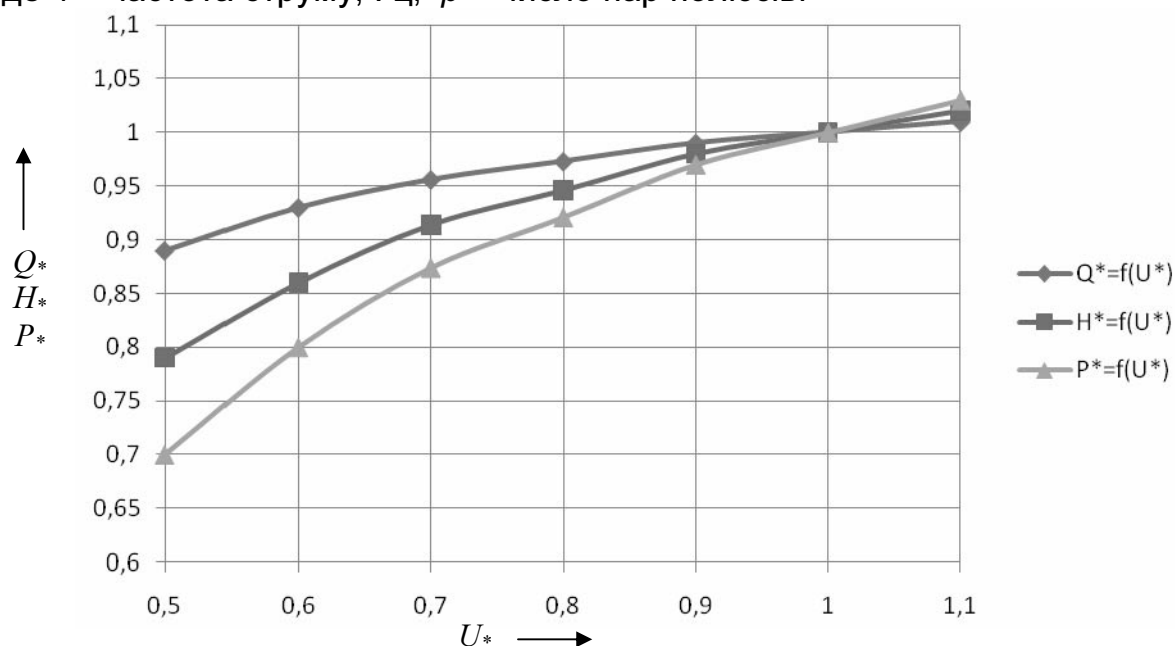


Рис.1. Залежності продуктивності (Q), напору (H) і потужності (P) молочного насоса від напруги у відносних одиницях

В усталеному режимі роботи

$$\beta_{\partial} \left(\frac{2\pi f}{p} - \omega \right) = M_0 + (M_{\text{сн}} - M_0) \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^2, \quad (13)$$

або

$$\beta_{\partial} \left(\frac{2\pi f}{p} - \omega_n \omega_* \right) = M_0 + (M_{\text{сн}} - M_0) \omega_*^2. \quad (14)$$

Синхронна кутова швидкість при номінальній частоті струму f_n визначається за виразом:

$$\omega_{0n} = \frac{2\pi f_n}{p}. \quad (15)$$

Тоді рівняння (14) можна записати у вигляді:

$$\beta_{\partial} (\omega_{0n} f_* - \omega_n \omega_*) = M_0 + (M_{\text{сн}} - M_0) \omega_*^2, \quad (16)$$

звідки отримаємо

$$f_* = \frac{M_0 + (M_{сн} - M_0)\omega_*^2 + \beta_o \omega_n \omega_*}{\beta_o \omega_{0n}}. \quad (17)$$

Якщо знехтувати початковим моментом $M_0=0$ і враховуючи те, що для двигунів з жорсткою механічною характеристикою $\omega_n \approx \omega_{0n}$, можна записати:

$$f_* = \omega_*. \quad (18)$$

Тоді для продуктивності, тиску, потужності молочних насосів при зміні частоти струму справедливі такі співвідношення:

$$Q_* = f_*; \quad (19)$$

$$H_* = f_*^2; \quad (20)$$

$$P_* = f_*^3. \quad (21)$$

Результати експериментальних досліджень зміни продуктивності, напору і потужності молочних насосів 36 МЦ6-12 та НМУ-6 при зміні частоти струму наведено на рис. 2.

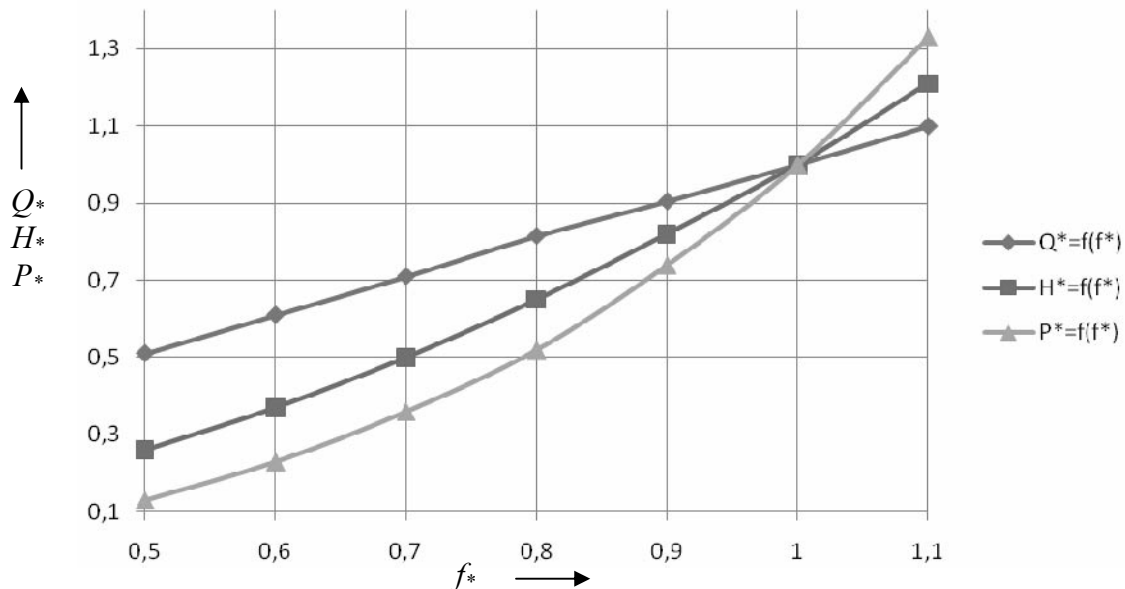


Рис. 2. Залежності продуктивності (Q), напору (H) і потужності (P) молочних насосів від частоти струму у відносних одиницях

Проведені дослідження показали, що при зміні частоти струму продуктивність відцентрових молочних насосів лінійно залежить від частоти струму, напір – від квадрата частоти струму, потужність – від куба частоти струму.

Висновки

При відхиленні напруги продуктивність, тиск і потужність молочних насосів змінюються за складними алгоритмами. При зниженні напруги на 20 % їх продуктивність знижується до 3 %, напір – до 5 %, потужність – до 8 %.

При зміні частоти струму продуктивність молочних насосів змінюється прямо пропорційно зміні частоти струму, напір – квадрату частоти струму, потужність – кубу частоти струму. При зниженні частоти струму на 2 % їх продуктивність зменшується на 2 %, напір – на 4 %, потужність – на 6 %.

Список літератури

1. Вплив якості електроенергії на функціонування споживачів у сільському господарстві / Д.Г. Войтюк, В.П. Лисенко, І.І. Мартиненко [та ін.] // Електрифікація та автоматизація сільського господарства. – 2004. – №1(6). – С. 3–12.
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 потокових ліній / [Жулай Є.Л., Зайцев Б.В., Лавріненко Ю.М та ін.]; за ред. Є.Л. Жулая. – К.: Вища освіта, 2001. – 288 с.
4. Перова М.Б. Качество сельского электроснабжения: комплексный подход / Перова М.Б. – Вологда: Вологодский гос. техн. ун–т, 1999. – 72 с.

Проведены исследования влияния отклонения напряжения и частоты тока на угловую скорость и технологические характеристики молочных насосов. Установлены зависимости производительности, напора и мощности молочных насосов от напряжения и частоты тока.

Молочный насос, электропривод, отклонение напряжения, частота тока, производительность, напор, мощность молочного насоса.

The researches of influence of a voltage deviation and current frequency for angular speed and technical characteristics on pumps of milk are carried out. Dependences of productivity, pressure and capacity of pumps from the voltage and current frequency are established.

Pump of milk, electric drive, voltage deviation, current frequency, productivity, pressure, capacity of the milk pump.

УДК 631.589

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕНЕРГОВИТРАТ У ТЕПЛИЦІ

А.О. Дудник, аспірантка*

В.П. Лисенко, В.О. Мірошник, кандидати технічних наук

Наведено результати моделювання температурного режиму в теплиці на основі рівнянь тепло-масообміну з використанням середовища MATLAB. Визначено коефіцієнти багатопараметричної моделі для теплиці зимового типу, побудованої за сучасними голландськими типовими проектами.

Математична модель, теплиця, мікроклімат, температура, вологість.

Відомо, що підтримання оптимальної температури в теплиці, особливо в зимовий період, є найбільш енергозатратним фактором під час виробництва овочів. Крім того, температурний режим значно впливає на

*Науковий керівник – кандидат технічних наук, професор В.П. Лисенко

© А.О.Дудник, В.П. Лисенко, В.О.Мірошник, 2013