

## ДО ПИТАННЯ ОЦІНКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НАСОСНИХ УСТАНОВОК

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

При проведенні оцінки енергоефективності роботи насосної станції запропоновано враховувати характеристики не лише насосного агрегату але і його електричного привода, що дозволить підвищити точність оцінки.

**Ключові слова:** насосна станція, електричний привод, енергетична ефективність.

### Abstract

When carrying out an assessment of the energy efficiency of a pump station, it is proposed to take into account the characteristics of not only the pump unit but also its electric drive, which will increase the accuracy of the mark.

Keywords: pumping station, electric drive, energy efficiency.

### Вступ

Важливим напрямком розвитку сучасної науки та техніки є підвищення надійності та енергоефективності обладнання.

По різних даних насосні станції в цілому споживають близько 30% виробленої електроенергії, а тому слід особливу увагу звернути на питання енергозбереження та підвищення енергоефективності насосів в системах водопостачання.

### Результати дослідження

Про енергоефективність роботи насосної станції можна судити по її коефіцієнту корисної дії (ККД). ККД насосної станції, яка укомплектована частотно-регульованим електроприводом:

$$\eta_{\text{НС}} = \eta_{\text{Н}} \cdot \eta_{\text{ДВ}} \cdot \eta_{\text{ПЧ}}, \quad (1)$$

де  $\eta_{\text{Н}}$  – ККД насоса;  $\eta_{\text{ДВ}}$  – ККД приводного двигуна;  $\eta_{\text{ПЧ}}$  – ККД перетворювача частоти.

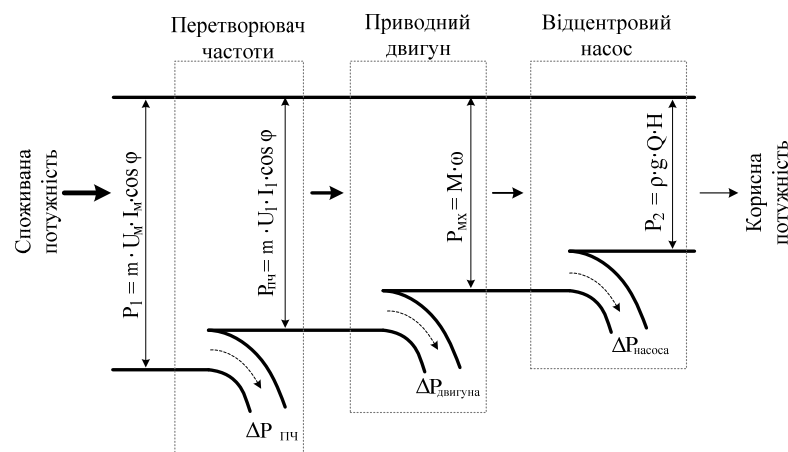


Рис. 1. Розподіл потужності в частотно-регульованому електроприводі насосного агрегату

ККД насоса характеризує ступінь його конструктивної досконалості, як в механічному, так і гідравлічному відношенні. Загальний ККД насоса визначається як добуток ККД:

$$\eta_n = \eta_r \cdot \eta_m \cdot \eta_o, \quad (2)$$

де  $\eta_r$  – гідравлічний ККД насоса;  $\eta_m$  – механічний ККД насоса;  $\eta_o$  – об’ємний ККД насоса [1].

В процесі експлуатації конструктивні складові насоса зношуються, що призводить до зміни відповідних ККД ( $\eta_r$ ,  $\eta_m$ ,  $\eta_o$ ), а отже і до зменшення загального ККД насоса  $\eta_n$ . Експлуатація насоса з фактичним ККД, значення якого знаходиться в межах 10% коридору відносно його номінального значення є допустимою. При більш суттєвих відхиленнях ККД енергоефективність насосної установки суттєво зменшується, а тому повинно підніматися питання про доцільність проведення ремонтних робіт, або заміни обладнання на нове, більш ефективне.

Фактичний ККД насосної станції можна розрахувати так:

$$\eta_{nc}^{\text{факт}} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{m \cdot U_m \cdot I_m \cdot \cos \varphi}, \quad (3)$$

де  $\rho$  – густина рідини, що перекачується;  $g$  – прискорення вільного падіння;  $H$  – сумарний напір;  $Q$  – подача;  $m$  – кількість фаз джерела живлення;  $U_m$  – напруга мережі живлення;  $I_m$  – струм споживаний з мережі.

Порівнюючи фактичне значення ККД насосної станції  $\eta_{nc}^{\text{факт}}$  з еталонним значенням  $\eta_{nc}^{\text{еталон}}$  можна зробити висновок про енергоефективність роботи насосної установки:

$$\begin{cases} \text{if } \eta_{nc}^{\text{факт}} \geq 0,9 \cdot \eta_{nc}^{\text{еталон}} & \Rightarrow k := 1; \\ \text{if } 0,8 \cdot \eta_{nc}^{\text{еталон}} \leq \eta_{nc}^{\text{факт}} < 0,9 \cdot \eta_{nc}^{\text{еталон}} & \Rightarrow k := 0,5; \\ \text{if } \eta_{nc}^{\text{факт}} < 0,8 \cdot \eta_{nc}^{\text{еталон}} & \Rightarrow k := 0. \end{cases} \quad (4)$$

Якщо  $k=1$ , то насосна станція працює в енергоефективному режимі.

Якщо  $k=0,5$ , то насосна станція працює з втратами, які знаходяться в допустимих межах.

Якщо  $k=0$ , то насосна станція працює зі значними втратами, що обумовлені зношенням обладнання. Необхідним є проведення ремонтних робіт, або заміна обладнання на нове, більш ефективне.

Еталонне значення ККД насосної станції можна розраховувати базуючись на паспортних значеннях ККД насоса, двигуна та перетворювача частоти:

$$\eta_{nc}^{\text{еталон}} = \eta_{n_{\text{паспорт}}} \cdot \eta_{дв_{\text{паспорт}}} \cdot \eta_{пч_{\text{паспорт}}}, \quad (5)$$

або за формулою (3) використовуючи дані вимірювання отримані при введенні насосної станції в експлуатацію.

### Висновки

Отримав подальшого розвитку метод оцінки енергоефективності роботи насосних станцій в системах водопостачання. При оцінці енергоефективності роботи насосної станції пропонується враховувати характеристики силового перетворювача, приводного двигуна та насосного агрегату.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1 Расчет, анализ и оценка потенциала энергосбережения. Насосные установки. [Электронный ресурс]. Режим [http://www.cbias.ru/terias/cont/div04/meth/ras\\_an/1.htm](http://www.cbias.ru/terias/cont/div04/meth/ras_an/1.htm)

**Петренко Михайло Іванович** – магістрант кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: mishapetrenko21@gmail.com

**Бабій Сергій Миколайович** – канд. техн. наук, доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Petrenko Mikhail Ivanovich** – master of the Department of Electromechanical Automation Systems of Industry and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mishapetrenko21@gmail.com

**Babiy Sergey Nikolaevich** – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of the Department of Electromechanical Automation Systems of Industry and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia