

# ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОСТІ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Сотник М.І., доцент; Хованський С.А., аспірант

Створення економічної системи водопостачання базується на розв'язанні оптимізаційної задачі, основною цільовою функцією якої є зменшення коштів на перекачування споживачу необхідних обсягів води. Значну частку фінансових витрат у зазначеному процесі водопостачання складає оплата за електроенергію, спожиту електроприводами насосних агрегатів.

При прогнозуванні споживання електричної енергії насосною станцією можна користуватися різними узагальненими технічними характеристиками. Однією з них, яка на сьогодні є досить широко вживаною, може бути коефіцієнт корисної дії (ККД) системи. Якщо відомі ККД окремих елементів системи, її загальний коефіцієнт корисної дії можна розрахувати як добуток ККД окремих складових. Інколи цей добуток доповнюється кореляційним коефіцієнтом, який враховує особливості взаємозв'язків між окремими ланками системи. Не заперечуючи щодо такого підходу до розрахунку узагальненої технічної характеристики системи, автори вважають за доцільне для систем водопостачання користуватися не узагальненим ККД, а поняттям енергоефективності системи.

Незважаючи на велику кількість досліджень і публікацій на тему економічності систем, чіткого визначення терміну енергоефективність дотепер не існує, тим більше стосовно насосних агрегатів та систем водопостачання. Під енергоефективністю розуміють раціональність використання енергії в тій чи іншій системі.

Для оцінки енергоефективності системи можна застосувати класичний підхід:

$$\eta_{с.в.} = \frac{A_{кор}}{A_{зам}}$$

Але поняття фізичного ККД як відношення корисної енергії до затраченої в даному випадку застосовувати недоцільно, оскільки не можна вважати корисною роботою роботу по подоланню сил гідравлічного опору трубопроводної мережі. Корисним в даному випадку є сам факт доставки продукції в пункт кінцевого призначення, а не робота, яка при цьому витрачена, і котру, вочевидь, необхідно зменшувати.

Для оцінки енергоефективності систем водопостачання авторами пропонується наступне: так як  $Q = f(A_{кор})$  і  $P = f(A_{зам})$ , то

$$EE = \frac{Q}{P},$$

Отже, енергоефективність ( $EE$ ) є відношення кількості перекачаної води насосами ( $Q$ ) до затраченої енергії електродвигуна ( $P$ ).

Потужність, кВт, що споживає насосний агрегат визначається за формулою

$$P = \frac{N}{\eta_{ед} \cdot \eta_{пр}},$$

де  $N$  – потужність насоса;

$\eta_{дв}$  – ККД електродвигуна;

$\eta_{пр}$  – ККД перетворюючого пристрою (частотного перетворювача, гідромуфти тощо);

В свою чергу потужність насоса визначається за формулою

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{1000 \cdot \eta_n},$$

де  $\rho$  – густина рідини, що перекачується,  $\text{кг/м}^3$ ;

$g$  – прискорення вільного падіння,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;

$Q$  – подача насоса,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$H$  – напір насоса, м.

Тоді

$$EE = \frac{1000 \cdot Q \cdot \eta_n \cdot \eta_{ед} \cdot \eta_{пр}}{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q} = \frac{1000 \cdot \eta_n \cdot \eta_{ед} \cdot \eta_{пр}}{\rho \cdot g \cdot H},$$

Отже  $EE = f(H, \eta_{на})$ , тобто зменшити енергоефективність можна двома шляхами: підвищенням ККД насосного агрегату та зменшенням напору. Формулюючи другий шлях автори користувалися наступними міркуваннями: напір, який створюється робочими насосними агрегатами, складається з напору, який необхідний для виконання певного технологічного процесу у споживача, та напору, який необхідний для подолання сил гідравлічного опору трубопроводної мережі, яка з'єднує насосну станцію і споживача. Безумовно, напір, який необхідний для виконання технологічного процесу, зменшити не можна, але напір необхідний для подолання сил гідравлічного опору трубопроводної мережі можна зменшити за рахунок оптимізації потокорозподілення (ліквідації зайвих місцевих опорів, збільшення діаметрів водоводу тощо).

Виходячи з викладеного, автори вважають досить обґрунтованим застосування узагальненої оцінки економічності системи водопостачання у вигляді критерію енергоефективність системи. З одного боку, не всі елементи системи водопостачання можуть характеризуватися коефіцієнтом корисної дії, а з іншого – він не завжди є об'єктивним показником, збільшення якого мінімізує споживання електроенергії. Це свідчить про те, що визначання економічних показників системи з великою кількістю елементів через її узагальнюючий ККД є складним (а інколи і неможливим), у той час як енергоефективність системи є інтегральним показником її економічності.