

РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ НАСОСНОГО ОБЛАДНАННЯ В УМОВАХ ВОДОЗАБОРУ КП "ВОДА" м. ВАЛКИ

Мельников Г. І., Шокарьов Д. А., Тищенко А. А., Данилова О. А.

Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

За результатами проведеного енергоаудиту насосного обладнання розглянуто ряд заходів щодо підвищення ефективності роботи насосного обладнання в умовах водозабору КП "Вода" м. Валки.

Постановка проблеми. КП "Вода" створено в 2006 році на базі ліквідованого ВРКП "Водоканал" рішенням Валківського райради. КП "Вода" забезпечує водопостачання міста - райцентру Валки та навколишніх сіл.

Населення м. Валки – 9300 чоловік. Кількість абонентів на 01.07.2018 р. становить 3843. Кількість приладів обліку – 3322, близько 85% загального числа абонентів.

Джерело водопостачання – підземні води.

Загальний обсяг води, піднятою за рік – 241 тис. м³.

Загальний обсяг води, реалізованої споживачам – 176 тис. м³ за рік.

Витрати електроенергії на водопостачання складають 560,6 тис. кВт·год за рік, вартістю 1016,2 тис. грн.

Активация насосів свердловин здійснюється вручну оператором по мірі необхідності. Питна вода надходить по трубопроводах діаметром 100 мм в резервуар. Звідти вода надходить на насосну 2-го підйому, де встановлені 3 насоса, 11кВт, 30кВт (не працює) і 37кВт відповідно для підйому води споживачам.

Насос №1 працює вночі. Насос №3 працює весь інший час. Тиск в системі вимірюється манометром, встановленим в приміщенні насосної. Регулювання тиску в системі здійснюється за допомогою засувки вручну. Підтримується натиск 60 - 70 м, що забезпечує подачу води до верхніх поверхів багатоквартирних будинків, що знаходяться в найвищій частині міста.

Правильне регулювання насосів 2-го підйому може дати істотну економію електроенергії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як показав аналіз інформації [4, 5], споживана потужність насоса при роботі з перетворювачем частоти (ПЧ) значно менше споживаної потужності насоса при регулюванні засувкою. Виходячи з вищевикладеного, застосування ПЧ може привести до зменшення загального енергоспоживання.

Мета статті. Пропонуються ряд заходів по організації необхідного обліку споживання води, заміни та модернізації трубопроводів та запірної арматури, установки приладів своєчасного виявлення витоків, застосування частотно-регульованого електроприводу (ЧРП) для насосів 2-го підйому з автоматичним управлінням.

Основні матеріали дослідження. Найбільш цікаві дані, отримані на підприємстві – це добові дані про роботу насосів 1-го і 2-го підйомів і витраченої при цьому електроенергії.

Ці дані дозволяють розрахувати обсяг води, що перекачується, і витрати електроенергії при цьому на 1-му та 2-му підйомах. Крім того, можна розрахувати питому витрату електроенергії на підйом 1 м³ води насосами артезіанських свердловин і насосами 2-го підйому.

Для аналізу ефективності роботи насосів 2-го підйому проведено порівняння питомої витрати електроенергії на 2-му підйомі при різному добовому підйомі води.

За результатами розрахунків на рис. 1 представлена діаграма залежності питомої витрати електроенергії на підйом 1 м³ води насосами 2-го підйому. Як демонструє лінія тренда, при збільшенні середньодобового завантаження насосів ефективність їх роботи збільшується.

Це свідчить про доцільність застосування заходів щодо підвищення енергоефективності насосів станції 2-го підйому.

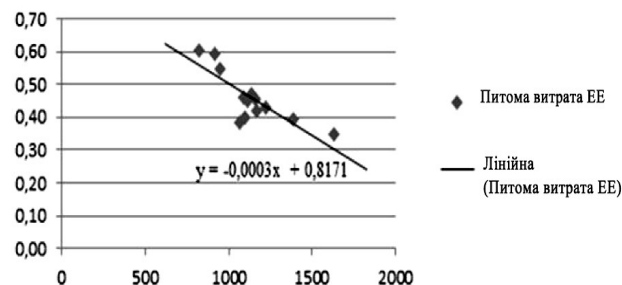


Рисунок 1 – Діаграма залежності значення питомої витрати електроенергії насосами 2-го підйому від добового обсягу піднятої води

Відсутність лічильників води з артезіанських свердловин позбавила змоги прямо виміряти продуктивність кожної з них. Тому, за даними про добове споживання води і часу роботи свердловин для тої доби, де були дані з лічильників води, розрахована реальна продуктивність свердловин. У табл. 1 наведені необхідні питомі витрати електроенергії для реальної продуктивності свердловин.

Необхідно відзначити, що отримані значення необхідних питомих витрат значно менше реальних. Це може бути пов'язано з неефективною роботою насосів, великими втратами в лініях електропередач, неврахованими витратами електроенергії, станом свердловин та інше. Різниця між значеннями питомих витрат – це реальний потенціал економії електроенергії.

Таблиця 1 – Необхідні питомі витрати електроенергії для свердловин

№ свердловини	Тип насоса	Тип ЕД	Розхід Q, м³/год.	Напір Н, м	В.О.	В.О.	Необхідна потужність, кВт	Питома витрата ЕЕ, кВт·год./м³
7	ЭЦВ8-16-140	ПЭДВ-11	28	80	0,7	0,8	10,9	0,389
7А	ЭЦВ8-16-140	ПЭДВ-13	20	130	0,7	0,8	12,6	0,632
19	ЭЦВ10-65-110	ПЭДВ-32	48	115	0,66	0,84	27,1	0,565

Під час обстеження проведено вимірювання споживання електродвигунів насосів 2-го підйому за допомогою трифазного аналізатора потужності "Актаком". На рис. 2 показана часова діаграма споживання насосом №3 2-го підйому активної потужності. Прямокутником виділена область з 12-12 до 12-42, коли проводився замір рівня води в резервуарі при вимкнених насосах артезіанських свердловин. Розхід води склав 35 м³ за 30 хвилин, т.е. 70 м³/год.

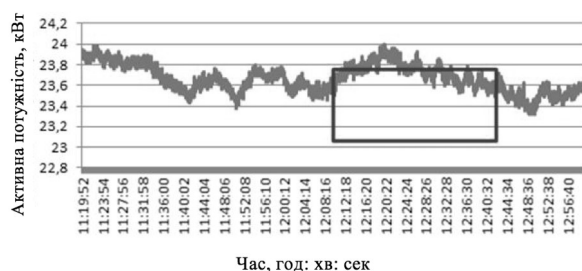


Рисунок 2 – Часова діаграма споживання насосом №3 2-го підйому активної потужності

Середня активна потужність, яка споживається двигуном насоса, склала при цьому 23,7 кВт. Питома витрата електроенергії склала 23,7 кВт·год для 70 м³/год., або 0,338 кВт·год./м³. При напорі 65-70 м, розході води 70 м³/год і ККД двигуна 90% ККД насоса становить 60%.

Так як продуктивність насоса №3 змінюється від 30 м³/год до 90 м³/год, то робоча область насоса знаходиться в зоні низького ККД – від 30% до 64%. Тому, чим вище завантаження насоса, тим нижче питома витрата електроенергії на підйом води, тобто вище його енергоефективність.

На рис. 3 показаний графік споживання потужності при перемиканні з насоса №3 на насос №1 меншої потужності, який зазвичай працює вночі з 24-00 до 6-00. При цьому споживана потужність знижується з 22 кВт до 10 кВт.

При розході води 32 м³/год. споживана потужність близько 10 кВт, а питомі витрати електроенергії склали 0,312 кВт·год./м³. Нічне споживання насосом №1 становить 10 кВт, денне – насосом №3 від 21 до 26 кВт. При цьому розхід води становив від 30 до 80 м³/год. Як показав аналіз інформації, отриманої на підприємстві, за рік здійснюється підйом більше 400 тис. м³ води з артезіанських свердловин. Об'єм води, реалізованої за рік, становить 176 тис. м³. Втрати ста-

новлять більш як 224 тис. м³. Зменшення втрат і неконтрольованого розходу на 200 тис. м³. може зменшити витрати електроенергії на водозабір практично в два рази і заощадити дорогий природний ресурс – воду. Крім того, значно зменшуються витрати на виявлення і усунення аварій.

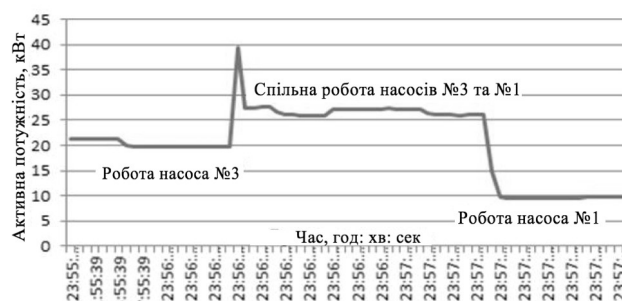


Рисунок 3 – Часова діаграма споживання насосом №3 2-го підйому активної потужності

Основні заходи, які для цього необхідно виконати [3]:

- організація необхідного обліку споживання води;
- заміна та модернізація трубопроводів і запірної арматури;
- установка приладів своєчасного виявлення витоків;
- пошук і усунення незаконних врізок та крадіжок води;
- застосування частотно-регульованого електроприводу для насосів 2-го підйому з автоматичним управлінням [4].

За даними добового споживання води і електроенергії побудовані залежності на рис. 4. Як показує лінійний тренд для насосів 2-го підйому витрати енергії мало залежать від об'єму води, що перекачується. Регулювання продуктивності насоса за допомогою частотного перетворювача (ЧРП) дозволить зменшити витрати електроенергії при зниженні об'єму води, що перекачується [5].

Якщо не враховувати зменшення динамічного опору в водопровідній мережі при зменшенні розходу води, а статичний тиск підтримувати постійним, то витрати електроенергії будуть приблизно пропорційні розходу води.

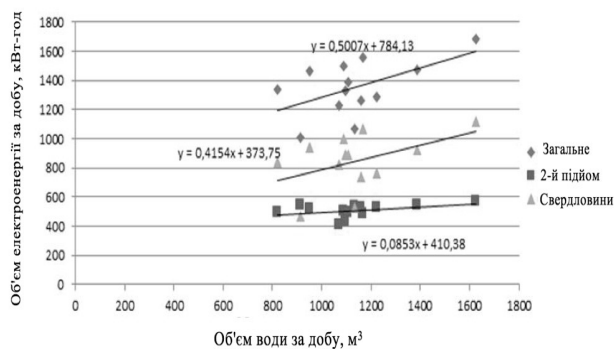


Рисунок 4 – Залежність добового споживання електроенергії на водозаборі від об'єму піднятої води

Потужність насоса №3 при номінальному розході 100 м³/год, напорі 70 м, ККД насоса 72% і ККД двигуна 91% складе 29,1 кВт. Для добового графіка розходу води та електроенергії розраховані значення споживання потужності насосом при регулюванні за допомогою частотного перетворювача з підтриманням незмінного статичного тиску 70 м і урахуванням втрат 5% номінальної потужності в перетворювачі потужністю 30 кВт, тобто 1,5 кВт. Загальна економія електроенергії за 13 діб могла скласти 1791,2 кВт-год або 27% від усієї електроенергії, витраченої насосами 2-го підйому.

Аналіз даних показав, чим більше добове споживання, тим менше ефект від застосування ЧРП. При споживанні 1200-1600 м³ за добу економія становить 120-50 кВт-год за добу (середнє – 90 кВт-год за добу). Якщо споживання води 800-1200 м³ за добу, то економія становить 240-120 кВт-год за добу (середнє – 180 кВт-год за добу). Економія електроенергії на підйом води за рахунок застосування ЧРП складе за рік 57420 кВт-год, вартістю близько 132 тис. грн.

Висновки. Застосування ЧРП потужністю 30 кВт обґрунтовується тим, що практично весь час насос №3 працює при розході менше 90 м³/год, а дуже рідко при більш високих розходах є можливість підключати насос №1. У цьому випадку насос №3 під керуванням ЧРП буде балансувати розхід, підтримуючи необхідний тиск в системі.

Додатковим ефектом від установки ЧРП буде виключення гідравлічних ударів при пуску насоса і, отже, скорочення кількості аварій і втрат води через аварії. В роботі визначили, що втрати і неврахований споживання води становить близько 230 тис. м³ води за рік. Зменшення втрат на 20% дозволить економити на підйомі 46 тис. м³ води за рік. При середній питомій витраті електроенергії 1,192 кВт-год/м³ це дозволить економити 54,8 тис. кВт-год електроенергії на суму близько 126 тис. грн. Таким чином, загальна економія електроенергії на 2-му підйомі може скласти 258 тис. грн. за рік. Крім того, значно скоротяться витрати на пошук і усунення аварій в системі водопостачання міста.

Для установки ЧРП потрібна розробка проекту, закупівля необхідного обладнання (перетворювача, вимірювальних датчиків, блоку автоматики), проведення робіт з монтажу та наладки. Вартість сучасного частотного перетворювача потужністю 30 кВт може

складати від 60 до 120 тис. грн. (Середня – 90 тис. грн.).

Для установки ЧРП необхідна розробка проекту, Сумарні витрати на проектування, придбання і налагодження можуть скласти від 90 до 150 тис. грн. (Середня – 120 тис. грн.). Таким чином, простий термін окупності може скласти 0,47 року.

Список використаних джерел

1. Чебаевский В. Ф., Вишневский К. П., Накладов Н. Н. Проектирование насосных станций и испытание насосных установок. Москва : Колос, 2000. 376 с.
2. Краснов В. И., Жильцов А. М., Набержнев В. В. Ремонт центробежных и поршневых насосов: справочник. Москва : Химия, 1996. 320 с.
3. Діагностування енергоефективності електромеханічних систем як інструмент енергоменеджменту / А. В. Праховник, О. М. Закладний, О. О. Закладний. *Вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". Серія: Гірництво.* 2011. Вип. 21. С.128-135. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKPI_gir_2011_21_22
4. Мокін О. Б., Мокін Б. І., Шокарьов Д. А. До питання про характеристики частотно-регульованого електропривода з короткозамкненим асинхронним електродвигуном. *Вісник Вінницького політехнічного інституту.* Вінниця : ВНТУ, 2015. Вип. № 2. С.35–39. ISSN 1997-9266.
5. Лезнов Б. С. Частотно-регулируемый электропривод насосных установок. Москва : Машиностроение, 2013. 176 с., ил.

Аннотация

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ВОДОЗАБОРА КП "ВОДА" г. ВАЛКИ

Мельников Г. И., Шокарев Д. А., Тищенко А. А., Данилова Е. А.

По результатам проведенного энергоаудита насосного оборудования рассмотрен ряд мероприятий по повышению эффективности работы насосного оборудования в условиях водозабора КП "Вода" г. Валки.

Abstract

DEVELOPMENT OF MEASURES TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF PUMPING EQUIPMENT IN THE WATER INTAKE UK "VODA", VALKI

G. Melnikov, D. Shokarov, A. Tyshchenko, E. Danilova

Based on the results of the energy audit of the pumping equipment, series of measures to improve the efficiency of the pumping equipment in the water intake UK "Voda" Valki were considered.