

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ НАСОСНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ВОДОПОСТАЧАННЯ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ

Хандола Ю.М., к.т.н, доцент; Корольов А.О., аспірант
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

The analysis of the operation of water supply systems under uniform, repeated short-term and uneven operating modes of pumping stations was carried out and the advantages and disadvantages of each of them were determined. It was proved that further improvement of technical and economic indicators of agricultural water supply systems is possible only by improving the regulation of the productivity of pumping units.

Забезпечення водою споживачів у сільській місцевості має ряд особливостей, що відрізняють системи сільськогосподарського водопостачання від комунального та промислового. Основна відмінність полягає в обсягах та режимах водоспоживання, а також в умовах подачі води на пожежні потреби.

У сільському господарстві найбільшого поширення набували локальні системи, коли окремий об'єкт обслуговується власною системою водопостачання. Як правило, у цьому випадку використовуються підземні води, що не потребують очищення, а система водопостачання має один (рідше два) ступінь підйому води і найпростіше обладнання.

Для кожної системи водопостачання визначальним параметром є кількість води, що подається споживачеві за добу. Так, витрата води у локальних системах водопостачання, які обслуговують фермерські господарства, не перевищує 300 м³/добу. У групових системах, що обслуговують тваринницький комплекс та прилегле селище, витрата води може досягати 2000 м³/добу. Велика різниця у кількості споживаної води тягне за собою і якісні зміни в структурній схемі системи водопостачання, в номенклатурі устаткування, що використовується, і засобах автоматичного управління. Іншим важливим фактором, що визначає роботу систем сільськогосподарського водопостачання, є зміна водоспоживання протягом доби. При проектуванні системи водопостачання головне завдання полягає в тому, щоб за допомогою існуючих методів «пов'язати» водопостачання та водоспоживання.

Рівномірний режим роботи насоса використовується на насосних станціях першого підйому та в системах водопостачання з напірно-регулюючими ємностями великих розмірів. Зазвичай це відкриті резервуари, розташовані на височини. Рівномірний режим роботи водопідйомних установок має певні переваги, які у сільського господарства можуть грати істотну роль. До головних переваг рівномірного режиму належать: максимальний ККД установки; менша потужність насоса, оскільки його продуктивність вибирається не по максимальному, а по середньому споживанню води; можливість використання джерел з малим дебетом надходження води. У цьому випадку автоматизація насосної установки, зводиться до автоматичного пуску та зупинки насоса раз на добу і практично не має переваг перед ручним керуванням. Переваги автоматичного регулювання яскравіше виявляються там, де виникає потреба підтримувати стан процесу в жорстких технологічних режимах, при мінімальних витратах коштів та

часу. Тому в сучасних системах сільськогосподарського водопостачання, обладнаних водонапірними баштами або гідропневматичними напірними баками, де регульований об'єм малий, працездатність системи водопостачання забезпечується автоматичними системами управління. У цьому випадку регульований об'єм не перевищує 5-10% загальної ємності бака.

При зміні регульованого об'єму здійснюється регулювання роботи насосного агрегату, що працює у повторно-короткочасному режимі. Особливість такого режиму в тому, що насос постійно працює в наперед заданій, порівняно вузькій зоні характеристики Q-H, а зміна подачі води здійснюється за рахунок збільшення або зменшення частоти включень насосів в залежності від водоспоживання. Для автоматичного управління насосними агрегатами розроблено та застосовуються різні системи регулювання, вибір яких визначається конкретними умовами роботи системи водопостачання. Так, в автоматизованих насосних установках, обладнаних напірним пневмогідравлічним баком, використовується регулювання тиску, а в системах водопостачання з водонапірними вежами - регулювання за рівнем води в резервуарі. Повторно-короткочасний режим роботи насоса дозволяє забезпечувати автоматичну роботу системи водопостачання найпростішими засобами, оскільки зводиться до включення та вимкнення електродвигуна насоса за допомогою відповідних датчиків та реле. Повторно короткочасний режим роботи устаткування широко застосовується для ступінчастого регулювання подачі у великих системах сільськогосподарського водопостачання.

Однак у ряді випадків (з підвищенням протяжності мережі та втрат в ній) для реалізації повторно-короткочасного режиму роботи потрібні значні капіталовкладення на будівництво напірного резервуара та лінії зв'язку між датчиком та виконавчим пристроєм системи керування насосними агрегатами. Нерівномірний режим роботи насосного обладнання притаманний системі водопостачання без напірної ємності. У цьому випадку подача насоса в будь-який момент відповідає водоспоживанню, а напір, потужність, що споживається, та ККД насосної установки змінюються в широких межах. Як видно з характеристик спільної роботи відцентрового насоса і трубопроводу, ця система здатна до саморегулювання, так як насос працює в режимі стеження за витратою. Однак робота з таким регулюванням економічна лише для споживачів із малою нерівномірністю водоспоживання. Для більшості систем сільськогосподарського водопостачання, коли коефіцієнт годинної нерівномірності водоспоживання становить значну величину і характеристика трубопровідної мережі протягом доби змінюється досить різко, відбувається суттєве погіршення економічних показників роботи насосного обладнання. Значна частина часу насос не працює в номінальному режимі, а «переминає» воду, марно витрачаючи електроенергію.

Системи водопостачання з постійно діючими нерегульованими насосами не набули поширення в сільській місцевості через недостатню надійність енергопостачання та швидке зношування насосів. Але подібні системи водопостачання мають одну незаперечну перевагу, яка змушує працювати над їх удосконаленням - це відсутність напірно-регулюючої ємності.

Створені та успішно експлуатуються автоматизовані насосні установки, в яких необхідна зміна подачі насоса досягається шляхом зміни частоти обертання робочого колеса. Такий метод регулювання особливо ефективний для насосів з круто-падаючою характеристикою Q-H, так як у цьому випадку виходить широкий діапазон регулювання витрати при незмінному тиску. Регулювання продуктивності насоса шляхом зміни числа обертів робочого колеса знаходить застосування на водонапірних станціях другого підйому. Для зміни подачі занурювальних насосів цей метод не застосовується, через вузьку зону регулювання, внаслідок великих значень геометричного напору.

Для підтримання необхідної продуктивності найчастіше застосовують метод ступінчастого або плавного регулювання відцентрових насосів. Ступінчасте регулювання здійснюється шляхом включення або відключення насосів, що працюють на загальний трубопровід. Плавне регулювання продуктивності досягається зміною частоти обертання робочого колеса насосного агрегату. У сільськогосподарському водопостачанні ступінчасте регулювання зазвичай застосовують для поверхневих насосів на станціях другого підйому, причому з метою підвищення ККД насосної станції та скорочення витрати електроенергії рекомендується встановлювати два робочі насоси і один резервний. Насоси вибирають відповідно до водоспоживання, виходячи з наступних співвідношень: один робочий і резервний насоси повинні мати продуктивність не менше чим витрати води в години найбільшого водоспоживання, другий робочий насос повинен забезпечувати подачу при мінімальному водоспоживанні. Пуск і відключення електродвигунів насосів здійснюється за допомогою звичайної електричної схеми, в якій як чутливий елемент використовується перетворювач тиску.

В даний час, коли найбільш трудомісткий процес підйому води в основному механізований, за рахунок широкого впровадження різних видів насосного обладнання, подальше підвищення техніко-економічних показників роботи систем сільськогосподарського водопостачання можливе лише вдосконаленням регулювання продуктивності насосних установок. При розробці режимів роботи насосних станцій головною вимогою є забезпечення подачі необхідної кількості води при заданому тиску та мінімальній витраті електроенергії. Досягається це різними способами регулювання насосних агрегатів, які працюють у одному з розглянутих режимів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Синявський О. Ю. Електропривод і автоматизація: навчальний посібник / О. Ю. Синявський, П. І. Савченко, В. В. Савченко, Ю. М. Лавріненко, І. П. Ільїчов, Ю. М. Хандола. Київ: Аграр Медіа Груп, 2013. – 586с.
2. Шадура В. О. Водопостачання та водовідведення: навчальний посібник / В.О. Шадура, Н.В. Кравченко. Вид. 2-ге, перероб. і допов. – Рівне: НУВГП, 2023. – 385с.