

УДК 631.3:621.1

СИСТЕМНО – АНАЛІТИЧНИЙ ПІДХІД ДО СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

В.Є. Василенков, кандидат технічних наук,

Є.В. Журавльов, слухач магістратури

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У статті приведено системи водопостачання в сільському господарстві і класифікаційні режими водозабезпечення та водоспоживання.

Системи водопостачання, класифікаційні режими, водозабезпечення, водоспоживання, базові режими.

Розвиток сільського господарства значною мірою залежить від стану та функціонування водогосподарського комплексу, надійності забезпечення сільського населення і підприємств галузі водою у необхідній кількості та якості.

В Україні налічується більше 25 тисяч сільських поселень, в яких проживає близько 14 млн. чол. 3 них централізованим водопостачанням охоплено 15 тисяч поселень, де проживає 8,4 млн. чол., що становить 60% сільських жителів. Більше 30% сільського населення користується водою з шахтних та дріботрубчатих колодязів, відкритих водойм, джерел і підвізною водою в обсязі 16,5 тис. м³. Із загальної кількості систем централізованого водопостачання 12,6 тис. (66%) потребують реконструкції, 2,1 тис. (11%) – відновлення.

Зношеність систем водозабезпечення є головною причиною забруднення питної води, в результаті несвоєчасного ремонту мережі втрати води сягають 50%.

Питома витрата електроенергії на підйом води велика і перевищує 0,9 кВт·год/м³, що свідчить про низьку ефективність експлуатації споруд водопостачання.

У виробничій сфері основними споживачами води є системи водопостачання тваринницьких ферм і комплексів та меліоративні системи рослинництва.

У системах водокористування незалежно від сфери застосування насосне обладнання є основним елементом технологічних систем водозабезпечення і споживачем 90% електроенергії.

Неправильний підбір і установка насосного обладнання призводять до перевитрати електроенергії до 30%, скорочення терміну служби насосів в 1,5-2 рази. Відсутність технологій і технічних засобів управління та захисту машинних систем для видобутку та транспортування вод, відсутність обліку та контролю подачі та споживання води – до втрат більше 30% води і перевитрати електроенергії. Низька якість проектних і будівельно-монтажних робіт, призводять до перевитрати електроенергії і капіталовкладень на 20-30%.

Таким чином, на сьогоднішній день є безліч свідчень того, що галузь сільськогосподарського водопостачання перебуває у критичному стані і характеризується величезними втратами електроенергії і води, а також великим числом аварій, що сприяють порушенню екології. В силу актуальності проблема водозабезпечення АПК в останні роки вирішується на державному рівні. Верховна Рада України в червні 1995 року прийняла «Водний кодекс України». У ньому передбачено відновлення, реконструкція, модернізація і будівництво нових водогосподарських систем, у тому числі зрошувальних, проведення фундаментальних і прикладних наукових досліджень, розробка, розвиток та впровадження результатів наукових досліджень, інноваційних науково-технічних і технологічних розробок.

Мета роботи – розробка технологій і закономірностей функціонування технічних систем водокористування в сільському господарстві, підвищення надійності забезпечення сільського населення та виробничих об'єктів цієї галузі водою необхідної кількості і якості.

Матеріали та методика досліджень. Системний аналіз технологічної і технічної бази водозабезпечення сільського господарства.

Результати досліджень. У сільських населених пунктах використовують централізовані та децентралізовані системи водопостачання.

Централізовані системи забезпечують водою житлову та виробничу зону (рис. 1 та 2), децентралізовані – окремо житлову і окремо виробничу (рис. 3).

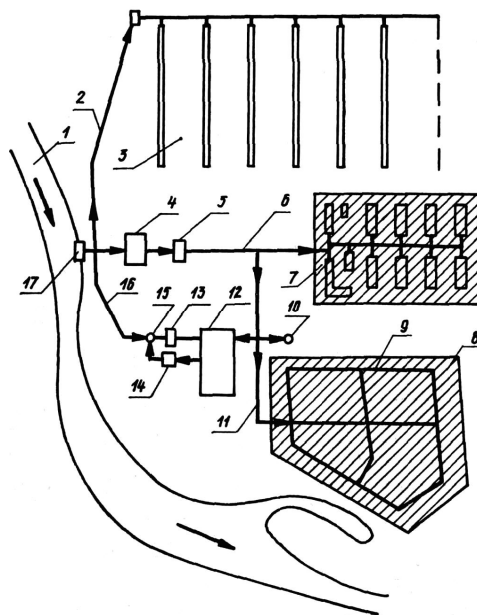


Рис. 1. Схема централізованого водопостачання від поверхневого джерела:

1 – річка; 2 – водопровід; 3 – зрошувані угіддя; 4 – водочисна станція з резервуаром чистої води; 5 – насосна станція другого підйому; 6 – водопровід очищеної води в дві нитки; 7 – тваринницький комплекс; 8 – житлова зона; 9 – розподільна мережа; 10 – водонапірна башта; 11 – водопровід в дві нитки; 12 – завод сухих кормових дріжджів; 13 – насосна станція зворотного водозабезпечення; 14 – градирня; 15 – камера поповнення; 16 – водопровід річкової (сирої) води; 17 – водоприймач насосної станції 1 підйому

Централізовані системи водопостачання в сільських населених пунктах за ступенем забезпеченості подачі води відносять до II (кількість населення складає 5-50 тис. мешканців) або до III категорії (при кількості мешканців менше 5 тис.).

При II категорії допускається зниження подачі води на господарські та питні потреби не більше 30% розрахункових витрат, а на виробничі потреби – до межі, яка передбачена аварійним графіком роботи підприємств. Тривалість зниження подачі води при цьому не повинна перевищувати 10 діб. Припинити подачу води або подавати її менше за вказаний рівень можна не більше 6 годин.

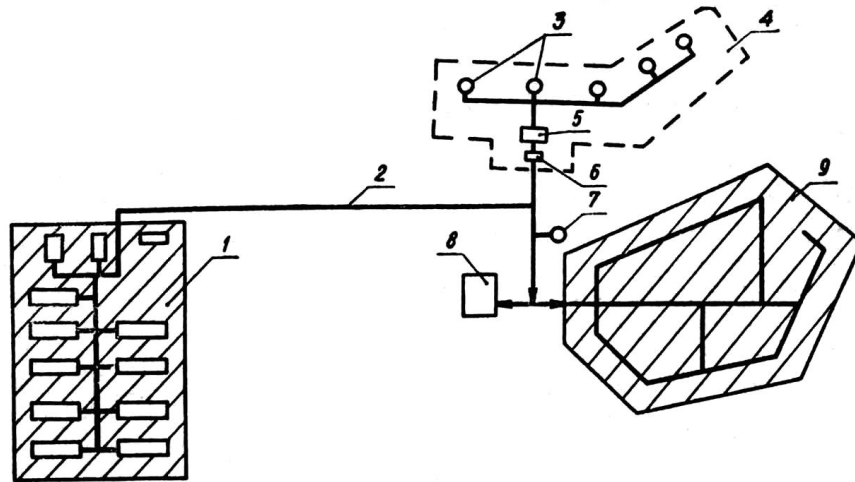


Рис. 2. Схема централізованого водопостачання від підземного джерела:

1 – тваринницький комплекс; 2 – водопровід до тваринницького комплексу; 3 – артезіанські свердловини; 4 – перша зона охорони водозабору; 5 – резервуар чистої води; 6 – насосна станція другого підйому; 7 – водонапірна башта; 8 – пункт технічного обслуговування сільськогосподарської техніки; 9 – житлове поселення

При III категорії допускають зниження подачі води аналогічно вимогам II категорії, але тривалість зниження подачі не повинна перевищувати 15 діб. Не подавати воду зовсім або подавати її менше за вказаний рівень можна не більше 24 годин.

Системи водопостачання складаються з пристрою прийому води, що розділений або суміщений з насосною станцією першого підйому, водоочисної станції з резервуаром чистої води, насосної станції другого підйому, водоводів, водонапірної башти, магістральних та розподільних мереж (рис. 1).

Станцію водоочищення розміщують безпосередньо біля джерела води або поблизу споживача, водонапірну башту в залежності від рельєфу місцевості – на початку мережі або вкінці (контррезервуар).

У підземних джерелах вода, зазвичай, є питної якості (ГОСТ 2874—82), тому подають її із свердловини безпосередньо у водонапірну башту і до споживачів. У цьому випадку очищення води, насосну станцію другого підйому і резервуар чистої води не передбачають.

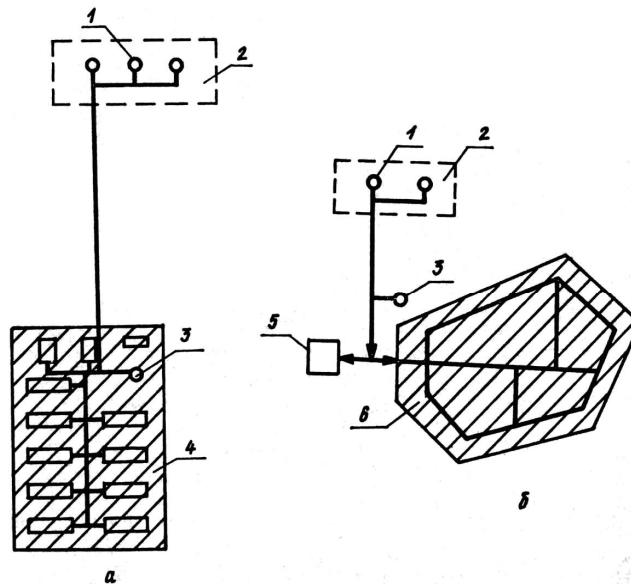


Рис. 3. Схема децентралізованого водопостачання від підземних джерел:

а – тваринницького комплексу; б – житлового поселення;

1 – артезіанська свердловина; 2 – перша зона санітарної охорони водозабору; 3 – водонапірна башта; 4 – тваринницький комплекс; 5 – пункт технічного обслуговування сільськогосподарської техніки; 6 – житлове поселення

Класифікаційні критерії систем водозабезпечення та водоспоживання в сільському господарстві показані в таблиці 1 і, як наслідок, уточнена класифікація базових режимів за критерієм фізичних процесів в елементах цих схем наведена в таблиця 2.

1. Класифікаційні критерії систем водокористування

Системи водокористування в сільському господарстві з відцентровими насосами						
Соціально-побутові			Виробничі			
За типом виробництва						
Тваринництво			Рослинництво			
За статусом водокористування всередині системи						
Водозабезпечення			Водоспоживання			
За типом узгодження забезпечення і споживання води			За споживанням			
Буферними ємностями		Регулюванням подачі		Людина	Тварина	Рослина
За типом регулювання подачі			За параметром порядку, що виникає в результаті дії			
Ступінчасте	Плавне	Комбіноване				
За типом джерела			Режиму діяльності			Ексергії
Підземні		Поверхневі		За типом режиму		
За кількістю насосів			Соціально- побутові		Технологічні	
З одним насосом		З двома та більше насосами				
За типом технологічної схеми			За типом ексергії			
Баштова	Двоступенева	З пневмобаком	Прямоточна	Теплова		Фотосинтезна

З таблиці 1 видно, що за статусом водокористування, незалежно від області застосування водних ресурсів, існують дві самостійні категорії: водозабезпечення і водоспоживання.

Зв'язок між ними полягає в тому, що споживання диктує свої умови забезпеченню: яку кількість води потрібно подати, якої якості і з яким напором, причому, чим повніше будуть виконані умови, тим ефективніше буде працювати вся система.

Важливо забезпечити достовірність інформації про реальний характер необхідного основного параметра – витрати води. Дійсно, насос повинен забезпечити споживача необхідною кількістю води і традиційно вибирається з умови перевищення або рівності його подачі максимальній часовій її витраті. Таким чином, отриманий результат являє собою постійне значення, обчислене з деяким коефіцієнтом запасу, і поширюється на наступні періоди часу, навіть якщо необхідна витрата значно нижче номінальної подачі насоса.

Тобто, має місце неузгодженість необхідної витрати з подачею. Тому потрібна реальна достовірна модель споживання води на об'єктах, тобто модель вихідних даних по витраті, застосовуваних при проектуванні, що забезпечить адекватність реальним витратам в системах водокористування. На основі класифікації базових режимів процесів виділені взаємопов'язані складні екологоутворюючі режими елементів технологічних схем (таблиця 3), що вимагають взаємного узгодження та погодження з лімітуючими умовами зовнішнього впливу для забезпечення екосистемного водокористування, як функції узгоджених режимів.

2. Базові режими систем водокористування в АПК

Базові режими систем водокористування в АПК з відцентровими насосами					
Режим водозабезпечення			Режим водоспоживання		
Режим за елементом технологічних схем водозабезпечення					
Свердловин	Електронасосів	Електро-мережа	Пристроїв управління	Трубопроводів в	Ємностей
Режим процесів в свердловинах					
Надходження води (дебіт)		Виносу піску з фільтрів	Відбору води	Зміни динамічного рівня	
Режим процесів у електронасосах					
Гідромеханічних		Електричних		Енергетичних	
Режими гідравлічних процесів у електронасосах					
Утворення подачі	Зміни напору	Обертання ротора	Паралельної роботи	Формування характеристик ККД	
Режим електричних процесів у електронасосах					
Старіння ізоляції	Контролю струмів фаз		Контролю напруги	Управління U / f	
Режим енергетичних процесів у електронасосах					
Нагріву	Втрат потужності	Формування характеристик ККД	Забезпечення моменту на валу	Енергоспоживання	
Режим процесів у електронасосах					
Порушення симетрії напруги фаз		Порушення амплітуди напруги фаз		Відхилення частоти напруги фаз	
Режим процесів у пристроях управління					
Управління по сигналу датчика		Слабкострумової частини		Силовій частини	

Режим процесів у датчиках				
Обледеніння	Гідроудару	Впливу динамічного тиску	Впливу динамічного рівня	Впливу частоти та напруги
Режим процесів у слабкострумовій частині				
Контроль струмових перевантажень R-C ланцюгом		Контролю фазних струмів за сигналами ТТ		Контролю асиметрії напруги фаз
Режим процесів у силовій частині				
Контролю фазних струмів			Контролю опору ізоляції	
Режим процесів у трубопроводах				
Втрат тиску		Зміни гідравлічного опору		Стабілізації тиску в диктуемій точці
Режим процесів у ємностях				
Утворення регулюючого об'єму			Утворення регульованого об'єму	

Так, наприклад, режим формування регульованого об'єму утворюється в наслідок трьох взаємопов'язаних базових режимів: подачі насоса, роботи датчика рівня в умовах обледеніння і роботи пристрою управління по сигналу датчика.

3. Режими складних взаємопов'язаних процесів технологічних систем водозабезпечення, що потребують узгодження з режимами зовнішніх впливів

<u>Режими регулювання і управління об'ємами буферних ємностей</u>	
утворення регулюючого об'єму	
утворення регульованого об'єму	
обмерзання електродів ДУ	
контролю тиску в умовах відхилень динамічного рівня, частоти і напруги живлення	
контролю тиску в умовах дії динамічної складової	
контролю тиску в умовах гідроудару	
<u>Режими регулювання і управління насосами</u>	
зношення ізоляції насоса при пуску	
обертання ротора без перешкод	
формування витрат у насосі з частотним приводом у комбінованій компонованій схемою	
формування мінімуму споживання електроенергії	
<u>Режими, що виникають у трубопроводах</u>	
утворення надлишкових тисків	
<u>Режими нагрівання, енергетичних втрат у насосах і захисту від аварійних ситуацій</u>	
нагріву та втрат потужності при частотному регулюванні продуктивності	
нагріву та втрат потужності при частотному регулюванні продуктивності та різних потужностях насосів	
нагріву та втрат потужності при частотному регулюванні продуктивності та різних законів управління напругою	
контроль асиметрії фільтром нульовий продуктивності	
контроль асиметрії фазовим детектором	
контроль асиметрії реле обриву фаз	
контроль точкових перевантажень підсумовуванням сигналів від ТТ	
контроль точкових перевантажень R-C ланцюгом	

Показано, що відсутність узгодження температурного режиму роботи датчика рівня із зовнішнім впливом негативних температур у зимовий час

призводить до їх обмерзання і порушенню керування насосом і, як результат, до переливів води у баштах, порушення цілісності корпусу, до такого стану башт у цілому, при якому їх використання стає екологічно не безпечним.

Висновки

На основі систематизованих даних функціонування елементів системи водопостачання можливі слідуєчі напрямки її удосконалення:

- утворення об'єму, який регулюється;
- управління технічними системами водопостачання с. г. об'єктів;
- погодження напору насоса в робочій зоні з параметрами зовнішньої мережі;
- утворення витрати насоса з частотним регулюванням і їх компоновочна схема;
- процес утворення надлишкового тиску в системі водопостачання;
- процес нагріву електродвигунів занурювальних насосів;
- визначення витрати води споживачам, а також інженерні методи побудови імовірної моделі споживання води, метод визначення енергоспоживання систем водопостачання при системній витраті та вибору гідромашинних систем водопостачання і компоновки насосних станцій.

Список літератури

1. Гришин А.П. Создание технических систем управляемого водопользования в с. х. Автореферат, М., 2011. – 47 с.
2. Василенков В.Є. Водопостачання цехів переробки та об'єктів с. г. призначення з розробкою принципів електричних схем керування відцентровим занурювальним насосом в різних режимах і їх діагностування. Методичні вказівки для виконання РГЗ з дисципліни "Гідравліка та с. г. водопостачання" К., 2010. – 47 с.

В статтє приведено системы водопобезпечения в сельском хозяйстве и классификационные режимы водообеспечения и водопотребления.

Системы водоснабжения, классификационные режимы, водозапеспечения, водопотребления, базовые режим.