

ІНСТИТУТ ГІДРОТЕХНІКИ І МЕЛІОРАЦІЇ
УКРАЇНСЬКОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК

На правах рукопису

ШЕВЕЛЄВ Олександр Іванович

ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ
ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГРУПОВИХ ВОДОПРОВІДІВ
(на прикладі Дніпропетровської області)

~~05.20.05~~ — Гідротехнічні меліорації
06.00.02 Меліорація

А в т о р е ф е р а т
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дисертацією є рукопис.

Дисертаційна робота виконана у відділі сільськогосподарського водопостачання і каналізації Інституту гідротехніки і меліорації Української академії аграрних наук.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор Хоружий П.Д.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, старший науковий співробітник Яковенко П.І.

кандидат технічних наук, доцент Ткачук О.А.

Провідна установа: Український головний орендний проектно-вишукувальний та науково-дослідний інститут "Укрводпроект".

Захист дисертації відбудеться "25" "06" 1997 р. о 10 годині на засіданні спеціалізованої Вченої ради Д 01.26.01 в Інституті гідротехніки і меліорації УААН.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Інституту гідротехніки і меліорації УААН.

Відгуки на автореферат у двох примірниках, завірені печаткою, просимо надсилати за адресою: 252022, Київ - 22, вул. Васильківська, 37, Інститут гідротехніки і меліорації УААН, вченому секретарю спеціалізованої вченої ради.

Автореферат розісланий "23" "05" 1997 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради,
кандидат сільськогосподарських наук



Феєнєко Л.М.

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00751148 (Q)

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

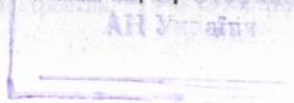
Актуальність теми. Важливою проблемою для багатьох районів України з обмеженими запасами підземних вод є забезпечення населення і народного господарства водою питної якості і в необхідній кількості шляхом централізованої подачі води із поверхневих джерел груповими водопроводами. На сьогодні лише 24,5% сільського населення України користується централізованим водопостачанням. Для Дніпропетровської області цей показник становить 23,6%.

Будівництво та експлуатація групових водопроводів вимагають великих капітальних та експлуатаційних витрат внаслідок значної будівельної вартості споруд, високого енергоспоживання на подачу води та необхідності значних площ для розміщення різних об'єктів.

Враховуючи, що Державною програмою розвитку водопостачання сільських населених пунктів України передбачено будівництво 48 групових водопроводів, задача підвищення ефективності використання природних, матеріально-технічних та енергетичних ресурсів при розвитку централізованого водопостачання груповими водопроводами є дуже актуальною. Її значення ще більше зростає в умовах переходу економіки на ринкові відносини.

Відомими вченими і спеціалістами по водопостачанню М.М. Абрамовим, М.М. Андріяшевим, О.Є. Беланом, В.Г. Ільїним, М.О. Карамбировим, Л.Ф. Мошніним, В.С. Оводовим, М.А. Сафоновим, Ф.О. Шевелевим, П.Д. Хоружим та іншими дослідниками створена належна науково-технічна та нормативна база проектування і будівництва групових водопроводів, що забезпечило певний прогрес у цій галузі. Разом з тим різноманітність умов будівництва групових водопроводів, необхідність рішення задач подачі води на великі відстані з нерівномірним водоспоживанням як на протязі доби, так і на протязі року, відсутність рішення ряду задач економіко-математичного моделювання складних систем сільгоспводопостачання, оптимізації технологічних схем групових сільгоспводопроводів з урахуванням ринкового фактору та дефіциту фінансових і матеріальних коштів обумовлює необхідність поглибленого дослідження по цій проблемі з метою досягнення ефекта по підвищенню економічності та надійності експлуатації систем централізованого сільгоспводопостачання. В зв'язку з цим основні напрямки наукових досліджень були підпорядковані створенню науково-методичної бази обґрунтування ресурсозберігаючих схем водопостачання груповими водопроводами районів з дефіцитом підземних вод.

Ключова ідея роботи полягає в розробці і обґрунтуванні раціональних схем водопостачання сільських населених пунктів при об'єднанні декількох групових водопроводів у водогосподарський комплекс із спільними водоочисними спорудами. Це випливає із аналізу роботи діючих групових водопроводів, який показав, що їх гідравлічна завантаженість становить 30...40%. Технологічні розробки і економічні



розрахунки виконані стосовно вирішенню задачі централізованого водопостачання південних і південно-західних районів Дніпропетровської області, які характеризуються несприятливими умовами сільгоспводопостачання. Для таких районів області заплановано побудувати 15 групових водопроводів, що забезпечить централізованим водопостачанням 67% сільських населених пунктів області, а використання наукових розробок автора дасть значний економічний ефект.

Мета роботи - розробити наукові основи створення оптимальних водогосподарських комплексів на базі об'єднання групових сільгоспводопроводів та вибору параметрів і режимів роботи водопровідних споруд, які забезпечують підвищення ефективності використання природних, матеріально-технічних та енергетичних ресурсів при їх будівництві та експлуатації.

Завдання досліджень включало такі основні питання:

- розробити на основі статистичного аналізу даних про розміщення та ресурси місцевих водних джерел районування Дніпропетровської області по водозабезпеченню;

- виконати аналіз роботи діючих групових водопроводів і отримати їх гідравлічні, технологічні та економічні показники;

- розробити методику економіко-математичного моделювання технологічних схем групових сільгоспводопроводів з визначенням можливості і доцільності їх об'єднання в єдиний водогосподарський комплекс;

- розробити методику вибору оптимальних режимів сумісної роботи водопровідних споруд, випробувати її на системах сільгоспводопостачання південних та південно-західних районів Дніпропетровської області і дати техніко-економічну оцінку їх ефективності.

Наукова новизна результатів досліджень полягає в розробці науково-технічних основ і принципів створення водогосподарських комплексів шляхом об'єднання декількох групових сільгоспводопроводів в єдину систему, визначення економічно доцільних розмірів водопровідних споруд цієї системи та вибору найбільш раціональних режимів їх сумісної роботи, що забезпечує в сукупності максимальний ефект ресурсозбереження в умовах ринкової економіки.

Практична значимість досліджень полягає в розробці рекомендацій по проектуванню та експлуатації нових технологічних схем групових сільгоспводопроводів, які забезпечують підвищення ефективності використання капіталовкладень, енергетичних і природних ресурсів, скорочення строків будівництва та подачі води.

Основні положення, які виносяться на захист:

- напрямки підвищення ресурсозбереження на групових сільгоспводопроводах, розроблені з позицій структурно-системного аналізу і урахування фактора переходу економіки на ринкові відносини господарювання;

- аналітичні характеристики водопровідних споруд діючих групових сільгоспводопроводів степової зони;

- методика економіко-математичного моделювання системи групових водопроводів, об'єднаних у водогосподарський комплекс з єдиними водозабірними і водочисними спорудами, яка дає можливість знаходити оптимальну кількість об'єднаних водопроводів, економічні розміри водопровідних споруд та найвигідніші режими їх сумісної роботи.

Реалізація результатів досліджень. Виробнича перевірка результатів досліджень проведена на групових водопроводах Дніпропетровської області. Результати роботи склали основу для розробки "Основних вихідних даних і положень проектування водопостачання груповими водопроводами південних та південно-західних районів Дніпропетровської області" та "Методичних рекомендацій по підвищенню енергетичної ефективності експлуатації групових водопроводів", затверджених Держводгоспом України. Наукові розробки використані інститутом "Дніпродіпроводгосп" при проектуванні Нікопольського і Солонянсько-Томаківського групових водопроводів.

Впровадження розробок забезпечило економію матеріальних ресурсів в розмірі біля 63,5 млн. грн. (доля автора - 33 млн. грн.), дало можливість в 3,5 рази зменшити площу земельних ділянок під будівництво. Впровадження режимів керованого регулювання енергоспоживанням насосними станціями Софіївського групового водопроводу забезпечило економію енергії на 40% і коштів до 15...27 тис. грн. за місяць.

Декларація конкретного особистого внеску дисертанта.

Дисертаційна робота виконана особисто Шевелевим О.І. Як керівник науково-дослідних і проектних робіт, що проводилися в інституті "Дніпродіпроводгосп" і Дніпропетровському облводгоспі, автор приймав безпосередню участь. Мета, задачі досліджень, ідея роботи по об'єднанню групових водопроводів, основні наукові положення, висновки і рекомендації сформульовані автором самостійно. В роботах 1, 2, 5, 10 і 11, що написані у співавторстві, автору належить аналіз водозабезпечення території Дніпропетровської області, розробка методичного структурно-системного підходу до проектування групових водопроводів, економіко-математичне моделювання системи із декількох групових водопроводів.

Апробація роботи. Основні результати досліджень доповідалися та схвалені на: науковій конференції "Проблеми гідромеліорації в Україні" (м. Дніпропетровськ, 1996 р.); науковому семінарі "Екологія води і здоров'я людини" (м. Ялта, 1996 р.); науково-практичних конференціях "Проблеми екологічної безпеки та керованого контролю динамічних природно-технічних систем" (м. Львів, 1996 р.) і "Проблеми ефективного використання водних ресурсів та меліорації земель" (м. Київ, 1996 р.); науково-технічних радах Держводгоспу України (м. Київ, 1994-1996 р.р.); технічних нарадах інституту "Дніпродіпроводгосп" та Дніпропетровського облводгоспу (м. Дніпропетровськ, 1990-1996 р.р.); рес-

публіканському семінарі передового досвіду Софіївського управління водного господарства (м. Апостолово, 1994 р.).

Публікація результатів досліджень. Основні положення та висновки досліджень по темі дисертаційної роботи представлені в 12 наукових працях, опублікованих в республіканських науково-виробничих журналах та збірниках.

Структура і об'єм роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, п'яти глав, загальних висновків, списку використаної літератури і додатків. Текст дисертації викладений на 147 сторінках машинного тексту, що включає 20 таблиць та 9 додатків. Загальний об'єм дисертації із списком літератури, що нараховує 171 джерело, становить 254 сторінки.

ЗМІСТ РОБОТИ

В першій главі дисертації розглянуто водогосподарські, технічні та економічні передумови розвитку централізованого водопостачання сільських населених пунктів груповими водопроводами (ГВ). З позицій системного аналізу і урахування фактору ринкових відносин сформульовані основні напрямки підвищення ресурсозбереження при експлуатації ГВ. На сьогодні тільки 24,5% сільського населення України забезпечено централізованим сільгоспводопостачанням, а для Дніпропетровської області - всього 23,6%. Із 1440 сільських населених пунктів тільки 215 з населенням 152,9 тис. чоловік мають централізовані водопроводи, а привозною водою користується 14,7% сільського населення області.

Слід відмітити, що ґрунтові води, які використовуються через шахтні колодязі, часто не відповідають вимогам ГОСТ 2874-82 "Вода питна" по органолептичним показникам, більше 60% колодязів мають мінералізацію вище 2,5 мг/л; в більшості випадків мікробіологічні показники води незадовільні. Виконаний нами аналіз показав, що із 22 районів області у дуже складних умовах по організації сільгоспводопостачання за рахунок підземних вод знаходиться 18 районів, що вказує на необхідність районування області по ресурсам підземних вод для обґрунтування раціональних схем централізованих сільгоспводопроводів.

Постановою Кабінету Міністрів України передбачено будівництво 48 ГВ в південних областях України з довжиною водопроводів та мереж 10159 км. В Дніпропетровській області заплановано будівництво 15 ГВ із загальною довжиною магістральних водоводів 1834 км і розвідних мереж - 3577 км.

За допомогою методу структурно-системного аналізу розроблена структура зв'язку і визначена роль кожного фактору в підвищенні ресурсозбереження при будівництві і експлуатації ГВ, якими визначаються напрямки і задачі рішення проблеми, що досліджується (рис. 1).

Враховуючи те, що вартість головних водопровідних споруд в середньому в 4 рази перевищує вартість розвідних водопровідних мереж, то пріоритетною слід вважати ефективність капіталовкладень у будівництво водоочисних споруд. Важли-



Рис. 1. - Блок - схема формування факторів ресурсозбереження будівництва та експлуатації ГВ.

вим фактором ресурсозберігання є також зниження питомих енерговитрат на одиницю об'єма подаваної води. До екологічного ресурсозбереження відноситься також скорочення площ, що відводяться під будівництво. Важливою складовою ресурсозбереження експлуатації ГВ є зменшення кількості обслуговуючого персоналу.

Груповий водопровід (ГВ) - це складна система з великою довжиною магістральних водоводів, розгалужених на обширні території, яка характеризується як нерівномірністю подачі води, так і зміною у часі характеристик водопровідних споруд, розмірів і режимів водоспоживання.

Показано, що одним із напрямків підвищення потенціальної ефективності ГВ є об'єднання їх у водогосподарські комплекси, що мають єдині водозабірні і водочисні споруди. Це особливо важливо в умовах гідравлічної незавантаженості діючих ГВ. Але вирішення цієї задачі вимагає розвитку науково-методичної бази, розробки методики економіко-математичного моделювання таких систем з оптимізацією параметрів водопровідних споруд і вибором найвигідніших режимів їх роботи для різних режимів водоспоживання, що і є складовою частиною задач і цілей даної дисертації.

Друга глава присвячена аналізу матеріалів про розміщення ресурсів та якості води підземних і поверхневих джерел для обґрунтування схем сільгосподопостачання на території Дніпропетровської області.

На основі вірогідно-статистичного аналізу водоспоживання із підземних джерел районами Дніпропетровської області встановлено, що його середня величина по області становить 3,3 млн. м³/рік. Результати аналізу показують, що експериментальні дані можуть бути представлені нормальною кривою Гауса; при цьому зменшення водоспоживання із підземних джерел районами області відбувається із північного заходу на південний схід.

Ресурси підземних вод питної якості на території Дніпропетровської області розподілені нерівномірно: в південній частині області ці запаси дуже обмежені, а в північній частині вони значно більші.

Загальні по області прогнозні балансові ресурси підземних вод з мінералізацією до 1,5 г/дм³ становлять 1043 тис. м³/добу. Середній модуль прогнозних запасів по адміністративним районам змінюється від 0 до 264,8 м³/добу/км², в середньому по області дорівнює 32,7 м³/добу/км². Сумарний відбір підземних вод становить 216,23 тис. м³/добу. Резерв прогнозних експлуатаційних запасів становить 827,6 тис. м³/добу, а затверджених - 643,9 тис. м³/добу. Модуль експлуатації підземних вод по адміністративним районам змінюється від 0,4 до 19,1 м³/добу/км², а в середньому по області дорівнює 6,8 м³/добу/км². Прогнозними запасами підземних вод область забезпечена на 19,3%, затвердженими - на 12,8%. По результатам більш детального аналізу п'яти східних районів області встановлено, що площа розновсюдження підземних вод з мінералізацією 1,5 г/дм³ займає 40,1% те-

риторії, з мінералізацією 1,5-2 г/дм³ - 19,2%, з мінералізацією 2-3 г/дм³ - 17,1%, а з мінералізацією більше 3 г/дм³ - 23,6%.

Враховуючи, що прогнози експлуатаційні запаси підземних вод оцінювались на площах, що мають практичне значення для водопостачання, виконано умовне районування території області по модулю потенціальних прогнозних запасів підземних вод.

На основі аналізу міжрайонного розміщення джерел підземних вод територія області умовно поділена на три зони: південно-західну, північну і східну. В південно-західній частині області (10 районів) поліпшити водопостачання можливо лише за рахунок поверхневих джерел. В північній зоні області (п'ять районів) покращення водопостачання можливо здійснити за рахунок вод підземних джерел із застосуванням опріснювальних установок. У східній зоні (7 районів) водопостачання можливе за рахунок вод як підземних, так і поверхневих джерел. Виконане районування області по водозабезпеченню покладено в основу розробки технологічних схем сільгоспводопостачання області.

В роботі виконана оцінка якості води і цільового використання поверхневих вод районів області. Загальне споживання районами води із поверхневих вод досягає 568,65 млн. м³/рік (з підземними джерелами 638,87 млн. м³/рік), з них на сільгоспводопостачання витрачається 14,1% (89,92 млн. м³/рік).

В дисертації наведені дані про відповідність показників якості води основних джерел водопостачання (р. Дніпро і Карачунівське водосховище) для централізованого сільгоспводопостачання.

На основі аналізу даних про водозабезпеченість та водоспоживання в різних районах області розроблені вихідні дані для обґрунтування схем централізованого сільгоспводопостачання південних і південно-західних районів області, які характеризуються дефіцитом вод підземних джерел.

Третя глава присвячена дослідженню взаємозв'язку між технологічними показниками діючих ГВ і обґрунтуванню схеми сільгоспводопостачання південних та південно-західних районів Дніпропетровської області.

На основі вірогідно-статистичного аналізу показників Софіївського і Синельниківського ГВ встановлені графіки річного водоспоживання. Показано, що динаміка водоспоживання (освоєння виробничої потужності) задовільно описується експоненціальною залежністю виду

$$Q = Q_0 (1 - e^{-Kt}), \quad (1)$$

де t - час розвитку системи, роки; $K = 0,39$. Відносна похибка апроксимації не перевищує 3%. Отримана залежність використана для розрахунку водоспоживання ГВ, запроєктованими для підключення до діючого Софіївського ГВ.

По фактичним даним роботи діючих ГВ (1989 - 1995 р.р.) встановлені режими водоспоживання на протязі року і на базі статистичного аналізу класифіковані щільності розподілу витрат води та виділені розподіли: двохвершинні, які мають

два максимуми і три мінімуми; трьохвершинні, що мають три максимуми та чотири мінімуми.

Для кожної із щільностей розподілу витрат води вираховані статистичні характеристики режиму водоспоживання, по яким визначені максимальні коефіцієнти річної нерівномірності водоспоживання K_{\max} і K_{\min} для умов даних регіонів. Встановлено, що максимальний коефіцієнт річної нерівномірності водоспоживання знаходиться в межах $K_{\max}=1,18-1,34$, а мінімальний - в межах $K_{\min}=0,66-0,84$.

Значення цих коефіцієнтів використовувались при проектуванні схем сільськогосподарського водопостачання. Ці результати служили основою при оптимізації систем сільгоспводопостачання по критеріям вартості і надійності роботи.

Оброблені методом математичної статистики дані про періодичність режимів водоспоживання на Софіївському та Синельниківському ГВ дали можливість отримати статистичні характеристики для різних періодів річного режиму водоспоживання в умовах степової зони. Перший період (січень-квітень м-ці) характеризується середньою відносною витратою - 7,1% за кожний місяць від загального групового водоспоживання, сумарна витрата складає 28,4%, коефіцієнт варіації 13%; для другого (травень-вересень м-ці) та третього (жовтень-грудень м-ці) періодів вказані характеристики складають відповідно: 9,3; 46,5; 9 і 8,4; 25,2; 14%.

Таким чином, по багаторічним спостереженням виявлено три статистично стабільних режими витрат вод тривалістю 4, 5 і 3 місяці на протязі року, які характеризуються приблизно однаковим відносним споживанням по кожному місяцю в межах відповідного періоду. Ця виявлена особливість буде мати місце при подібному складі та видах споживачів і прийнята для проектування водопроводів в дослідному регіоні та аналогічних умовах.

Враховуючи те, що при техніко-економічних розрахунках ГВ визначаються діаметри магістральних водоводів, виконана оцінка інтенсивності відмов λ від діаметрів труб. Залежність $\lambda = f(d)$ отримана на основі даних автора та обробки літературних джерел. Встановлено, що характер зменшення інтенсивності відмов труб задовільно описується функцією виду $\lambda = A e^{-bd}$, де A і b - параметри рівняння.

Як бачимо, із збільшенням діаметра водоводу зростає його надійність, що можна пояснити меншою чутливістю водоводів більшого діаметра до різних змін тиску у магістралі. Використовуючи "метод вибраних точок", що полягає в знаходженні двох точок таких через які проходить крива, параметри рівняння отримані за формулами:

$$b = \ln(\lambda_1/\lambda_2)/d_2 - d_1; \quad (2)$$

$$A = \lambda_1 e^{bd_1}. \quad (3)$$

Були прийняті як “помітні точки” чавунних і сталевих труб діаметром 100 і 900 мм відповідно точки із значеннями $\lambda_1^1=1,1 \cdot 10^{-4}$; $\lambda_2^1=0,37 \cdot 10^{-4}$; $\lambda_1^2=0,3 \cdot 10^{-4}$, $\lambda_2^2=0,09 \cdot 10^{-4}$ 1/год·км, а отже визначені наступні параметри рівняння:

для чавунних труб
 $A_4 = 1,26 \cdot 10^{-4}$; $b_4 = 1,36 \cdot 10^{-3}$,

для сталевих труб
 $A_c = 0,34 \cdot 10^{-4}$; $b_c = 1,50 \cdot 10^{-3}$.

Ці залежності прийняті для виконання вірогідних розрахунків при оцінці надійності системи групових водопроводів.

Тривалі спостереження за режимом водоспоживання на Софіївському ГВ показали, що при розрахунковій продуктивності 52,6 тис. м³/добу фактичне максимальне водоспоживання за весь період експлуатації не перевищувало 22,9 тис. м³/добу, тобто становило всього 43,5%. Це свідчить про відносно невелику його гідравлічну завантаженість. Цей висновок прийнято, як одну із вихідних передумов розробки регіональної системи водопостачання сел південних і південно-західних районів області.

Початковою схемою сільгосподопостачання вказаних районів передбачувалось уведення в експлуатацію по окремим проектам Софіївського, Нікопольського, Солонянського, Томаківського і Широківського групових водопроводів. На базі досліджень обґрунтована змінена схема сільгосподопостачання районів, яка базується на двох головних передумовах: 1) з метою зменшення капітальних витрат і прискорення уведення потужностей по вказаним ГВ водоподача на них передбачається через споруди діючого Софіївського ГВ з використанням існуючого водозабору і водоочисних споруд; 2) об'єднання локальних ГВ з окремими станціями водоочистки зумовило створення схеми сільгосподопостачання південних і південно-західних районів як єдиного водогосподарського комплексу із загальними водозабірними і водоочисними спорудами.

По запропонованій схемі вода із Каховського водосховища насосною станцією 1-го підняття по двом водоводам подається на станцію водоочистки Софіївського ГВ, що розташована на 800 м вище водозабору, очищається до вимог ГОСТ і акумулюється в РВЧ. Звідси насосною станцією 2-го підняття воду подають по існуючому магістральному водоводу довжиною 26,3 км на НС-10 Нікопольського ГВ, звідки вода подається на НС-11, і далі на Солонянсько-Томаківський ГВ. Для подачі води на Широківський ГВ рекомендовано будувати другу нитку паралельно існуючому водоводу на м. Апостолю до НС-3 і далі на Широківський ГВ.

В главі аналізуються технічні рішення, розроблені в зв'язку із зміною схеми сільгосподопостачання, що забезпечують підвищення економічності і надійності її експлуатації.

Четверта глава дисертації присвячена розробці наукових основ вибору і розрахунку параметрів групових водопроводів, об'єднаних у водогосподарський комплекс з єдиними водозабірними і водоочисними спорудами.

Наукова постановка задачі полягає у визначенні економічно доцільного числа об'єднаних ГВ шляхом аналізу капітальних, експлуатаційних і приведених витрат. Це досягається завдяки мінімізації функції цілі, якою є величина приведених витрат по системі: насосні станції - трубопроводи - резервуари.

$$\Pi = E \sum_1^n K + C, \quad (4)$$

де E - нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень; C - річні експлуатаційні витрати; K - капіталовкладення кожного із групових водопроводів; n - загальна кількість об'єднаних групових водопроводів.

Як показали дослідження, при об'єднанні ГВ в єдиний водогосподарський комплекс відбувається:

а) зменшення будівельної вартості головних споруд на величину

$$\Delta K_{ГС1} = K_{ГС1}(1-n^{p-1}), \quad (5)$$

де $K_{ГС1}$ - будівельна вартість головних споруд всіх окремоспоруджених рівновеликих ГВ, що визначається за формулою

$$K_{ГС1} = n R Q_1^m; \quad (6)$$

б) збільшення будівельної вартості магістральних водоводів на величину

$$\Delta K_T = L b \varepsilon^{\frac{\alpha}{\alpha+m}} Q_1^m \left(\frac{1+2^p+3^p+\dots+n^p}{n} - 1 \right), \quad (7)$$

де L - загальна довжина магістральних водоводів; φ - показник ступеня, що обчислюється із виразу

$$\varphi = \frac{\alpha(\beta+1)}{\alpha+m}; \quad (8)$$

b і α - параметри, які визначають будівельну вартість одиниці довжини трубопроводу і приймаються в залежності від матеріалу труб; β і m - параметри, які визначають гідравлічні умови транспортування води (втрати напору) і приймаються в залежності від матеріалу труб;

ε - економічний фактор, який визначає умови будівництва і експлуатації магістрального водовода; Q_1 - витрата води на i -ому водоводі;

в) збільшення річної вартості електроенергії на величину

$$\Delta C_{\text{ен}} = C_{\text{заг}} - C_{\text{заг}} = \frac{858,5 Q_1 \sigma \eta m}{\eta} \left[\frac{n-1}{n} H_{\text{гсп}} + \frac{K I_1}{\varepsilon^{\frac{\alpha}{\alpha+m}} Q_1^m} \left(\frac{1+2^{1-p}+3^{1-p}+\dots+n^{1-p}-n}{n} \right) \right], \quad (9)$$

де σ - середня вартість 1 кВт·год електроенергії, коп.; η - к.к.д. насосних агрегатів; γ - коефіцієнт, який враховує нерівномірність подачі води по водоводу на протязі розрахункового періоду; ρ - показник ступеню, що визначається із виразу

$$\rho = \frac{m - \alpha\beta}{\alpha + m}; \quad (10)$$

$H_{г.ср}$ - середня геометрична висота водопідйому; K - коефіцієнт у формулі витрат напору в трубопроводі довжиною l_1 та діаметром d_1

$$h_1 = K \frac{l_1 Q_1^{\rho}}{d_1^m}; \quad (11)$$

г) зменшення величини приведених витрат на величину

$$\Delta\Pi = (E + P_1) \Delta K_{гс} - (E + P_2) \Delta K_{г} - \Delta C_{ел}, \quad (12)$$

де P_1 і P_2 - сума відрахувань на амортизацію і на потічний ремонт в долях одиниці за рік від будівельної вартості відповідно головних споруд і магістрального водовода.

Аналіз зміни техніко-економічних показників водогосподарського комплексу від кількості об'єднаних групових водопроводів приведено на рис.2, з якого видно, що функції, які визначають економію капітальних вкладень (крива 3) і приведених витрат (крива 5), мають екстремальні значення (максимуми), що вказує на наявність оптимальної кількості, групових водопроводів, які досцільно об'єднувати в єдиний водогосподарський комплекс з техніко-економічних міркувань.

Вимоги надійності при розрахунках враховують певними обмеженнями, випадковий характер нерівномірності водоспоживання - коефіцієнтами нерівномірності в залежності від потрібного ступеню забезпеченості водоподачі.

В дисертації приведена методика оптимізації роботи систем подачі і розподілу води групових сільгоспводопроводів в умовах ринкової економіки.

Режим роботи гідравлічно взаємодіючих споруд системи вибирається із вимог забезпечення мінімуму приведених витрат, які визначаються рівнянням (4).

Річні експлуатаційні витрати визначаються за формулою

$$C = P_1 K_1 + P_2 K_2 + P_3 K_3 + C_{ел}, \quad (13)$$

де K_1 , K_2 і K_3 - будівельна вартість відповідно насосної станції, водовода і резервуарів чистої води; P_1 , P_2 і P_3 - сума відрахувань на амортизацію і потічний ремонт в долях одиниці за рік від будівельної вартості відповідних споруд; $C_{ел}$ - річна вартість електроенергії, яка залежить від загальної витрати електроенергії і диференційованості цін за оплату 1 кВт·год споживаної енергії в різні години доби.

Якщо подача води насосними станціями наближається до режиму водоспоживання, то зменшується регулююча ємкість резервуарів, а отже і їх будівельна вартість K_3 . Проте найбільше водоспоживання відбувається у денні години, для яких встановлена найбільша ціна за одиницю споживаної електроенергії, тобто збільшується величина $C_{ел}$.

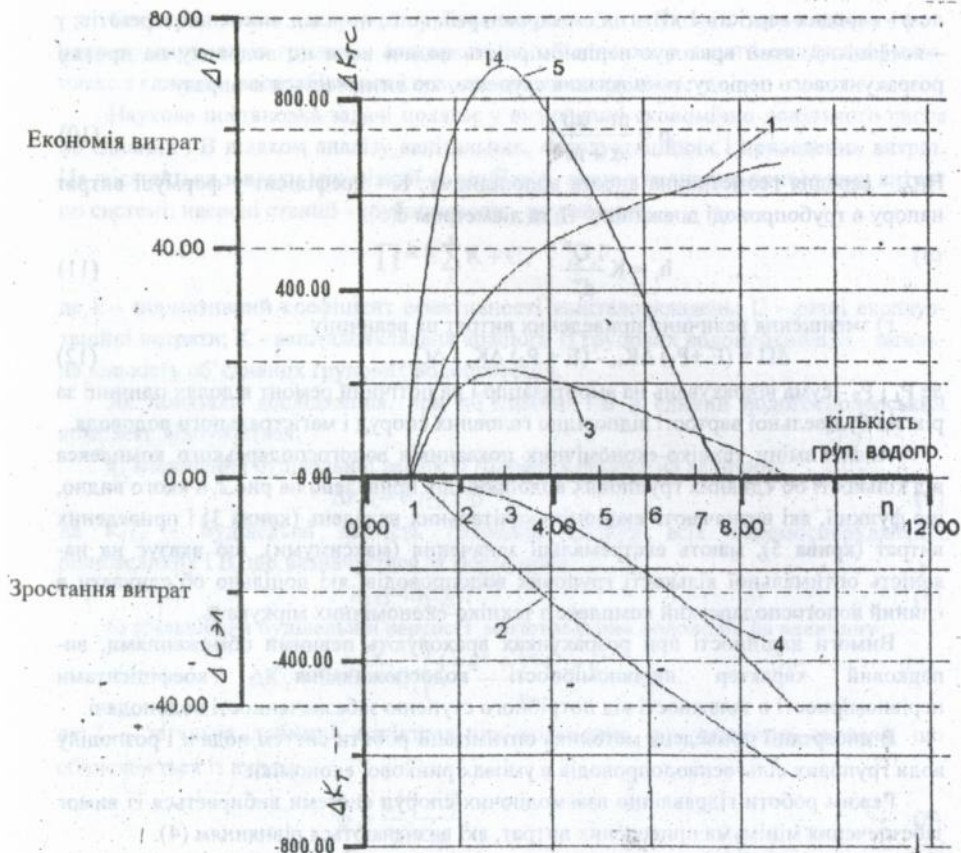


Рис. 2. - Графік залежності техніко-економічних показників водогосподарського комплексу від кількості об'єднаних групових водопроводів.

1 - $\Delta K_{\text{TC}} = f(n)$ - зменшення вартості головних споруд; 2 - ΔK_{T} - збільшення вартості магістральних водопроводів; 3 - $\Delta K_{\text{TC}} - \Delta K_{\text{T}} = f(n)$ - економія капіталовкладень; 4 - $\Delta C_{\text{эл}} = f(n)$ - збільшення вартості електроенергії; 5 - $\Delta\Pi = f(n)$ - економія приведених витрат.

Отже існуюча вказівка нормативних документів про рівномірну подачу води по водоводам групових сільгоспводопроводів в нинішніх умовах ринкової економіки є вже застарілою, економічно недоцільною і повинна бути переглянута.

Виконані дослідження показали, що для сьогоденних умов господарювання для зменшення вартості електроенергії, що витрачається на подачу води, необхідно приймати нерівномірну подачу води насосними станціями по водоводу, враховуючи диференційованість цін за споживну електроенергію.

Середньодобова вартість електроенергії знаходиться за виразом

$$C_{\text{слр, рік}} = \frac{\sum_{i=1}^{24} N_i \sigma_i \cdot 365}{K_{\text{доб}} \cdot K_{\text{рік}}}, \quad (14)$$

де N_i - витрата електроенергії за i -у годину доби, кВт·год; σ_i - вартість 1-кВт·год електроенергії для даної години доби, грн.; $K_{\text{доб}}$ і $K_{\text{рік}}$ - коефіцієнти відповідно добової і річної нерівномірності підчі води насосами, які залежать від нерівномірності водоспоживання.

Як бачимо, для зменшення вартості електроенергії необхідно приймати нерівномірну подачу води насосами, призначаючи більші витрати води у нічні години доби, для яких будуть меншими значення σ_i . Проте це приведе до збільшення об'ємів, а отже і вартості резервуарів чистої води. Крім того, збільшиться діаметр магістрального водовода, що визначається за формулою

$$d_p = \sqrt[n+1]{\frac{1}{\alpha^{n+1}} Q_p^{n+1}}, \quad (15)$$

де Q_p - розрахункова (максимальна) витрата води по водоводу.

Розрахунки показали, що при збільшенні величини Q_p на 30% d_p збільшується на 12%, а при збільшенні Q_p на 100% збільшення діаметра d_p досягає 35%.

При нерівномірній подачі води по магістральному водоводу на насосних станціях доцільно приймати паралельну роботу однотипних насосів. Така станція є більш маневровою і гнучкою при коливаннях розмірів водоспоживання і водоподачі.

Оптимальний режим сумісної роботи водопровідних споруд в системах подачі і розподілу води групових сільгоспводопроводів знаходиться на ЕОМ в результаті рішення задачі по мінімізації функції цілі (4) методом нелінійного математичного програмування.

Використовуючи результати наукових досліджень, були обгрунтовані параметри і технічні рішення, які забезпечують підвищення надійності і економічності експлуатації водогосподарського комплексу із чотирьох ГВ з єдиними водозабірними і водоочисними спорудами.

Для надійної подачі води Солонянсько-Томаківським і Нікопольським ГВ через споруди Софіївського ГВ рекомендовано виконати наступні роботи:

розширити існуючі водочисні споруди для Нікопольського ГВ на 24,4 тис. м³/добу; Солонянсько-Томаківського ГВ - на 20,4 тис. м³/добу; Широківського ГВ - на 28 тис. м³/добу; замінити на НС-1 Софіївського ГВ два всмоктувальні водопроводи $d_y=1000$ мм довжиною по 150 м; прокласти другу нитку водоводу від НС-1 до вхідних споруд $d_y=1000$ мм довжиною 800 м; прокласти другу нитку водоводу $d_y=800$ мм і довжиною 23,5 км від НС-2 до НС-5; прокласти 15 км труб водоводу $d_y=800$ мм від НС-2 до НС-3; розширити насосну станцію НС-2 з установкою двох насосів Д1250x125; розширити насосну станцію НС-5 з установкою 4-х насосів ЦН 400-105; розширити діючі водоочисні споруди Софіївського ГВ з 50 до 130 тис. м³/добу.

Зміна технологічної схеми водоподачі на Нікопольський, Широківський, Солонянсько-Томаківський ГВ дає можливість відмовитись від будівництва трьох водозабір'їв з насосними станціями, трьох площадок з водоочисними станціями та резервуарами чистої води. Прийняті рішення і технологічні параметри системи підвищили надійність її експлуатації, оскільки основні водоводи прокладаються у дві лінії. Крім того, значно скорочуються строки введення в експлуатацію нових ГВ за рахунок кращого використання потужностей діючого Софіївського ГВ, оскільки існуючі водоочисні споруди цього ГВ недовантажені на 30 тис. м³/добу.

В п'ятій главі відображені результати по реалізації і оцінці ефективності розробок автора. Показано, що розроблена технологічна схема сільгосподопостачання південних і південно-західних районів Дніпропетровської області забезпечує ресурсозбереження і інтенсифікацію в інвестиційному процесі. Вона більш економічна по капіталовкладенням і експлуатаційним витратам, має переваги в екологічному плані, а її ефективність характеризується такими показниками:

водоподача на Нікопольський, Широківський, Солонянсько-Томаківський ГВ за рахунок використання споруд Софіївського ГВ забезпечує економію матеріальних ресурсів в розмірі біля 63,5 млн. грн. (доля автора 33 млн. грн.);

реалізація запропонованого рішення дає можливість значно прискорити введення в експлуатацію нових водопроводів за рахунок використання резервів на діючих водочисних спорудах Софіївського ГВ;

єдині водозабірні і водоочисні споруди на вказані групові водопроводи забезпечили зменшення в 3,5 рази (з 70,67 до 20 га) загальних площ, які відводились під будівництво, та майже в 3,6 рази (з 54,13 до 15,2 га) орних земель.

Впровадження розроблених режимів регулювання енергоспоживанням насосними станціями ГВ забезпечило зниження витрат на електроенергію на 40% і економію коштів до 15-27 тис. грн. за місяць. Це було досягнуто завдяки оптимізації роботи насосних станцій в умовах диференційованості цін на протязі доби за споживану електроенергію. Тарифи на електроенергію для

сільськогосподарських споживачів Дніпропетровської області по періодам часу навантаження на енергосистеми за 1 кВт-год дорівнюють: з 23 до 4 - 1,33 коп.; з 4 до 8, з 11 до 20, з 22 до 23 - 6,27 коп.; з 8 до 11 і з 20 до 22 годин - 12,54 коп. Як бачимо, вартість 1 кВт-год електроенергії в піковий період майже на порядок перевищує її вартості в нічні часи.

Ця обставина свідчить про те, що одним із основних напрямків підвищення ефективності роботи ГВ є регулювання її електроспоживання на протязі доби. Виходячи із цих передумов, така робота виконана для Софіївського ГВ: здійснено розрахунок добового водоспоживання ГВ і визначено оптимальний графік водоподачі з урахуванням тарифів на електроенергію (рис.3), з якого видно, що робота насосної станції повністю виключена в піковий період навантажень в енергосистемі і зменшена в полупіковий період. Такий режим роботи насосних станцій досягається завдяки автоматизації системи групових водопроводів, автоматичному контролю за технологічними процесами і їх управлінню. Важливим при цьому є розробка і впровадження різних засобів контролю за технологічними процесами. До числа таких перспективних засобів слід віднести електронний лічильник "Альфа", який вперше застосовано в Дніпропетровській області. Такий лічильник вимірює споживану електроенергію в різних режимах і в різний час доби з наступною видачею інформації.

Застосування таких лічильників дає можливість знизити витрати на електроенергію до 40%. Зміна графіку водоподачі 8 насосних станцій Софіївського ГВ знімає в пік навантажень з енергосистеми 3,5 тис. кВт.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз сучасного стану питань проектування і експлуатації систем сільськогосподарського водопостачання, який виконано на основі літературного огляду і натурних обстежень діючих групових сільгоспводопроводів дав можливість одержати наступні результати:

а) централізованим водопостачанням забезпечено на сьогодні по Україні 24,5% сільського населення, а в Дніпропетровській області - всього 23,6%, при цьому 14,7% сільських жителів користуються привозною водою;

б) при такій низькій водозабезпеченості сільських споживачів фактична гідравлічна навантаженість діючих групових водопроводів не перевищує 30-40%;

в) для ефективного використання коштів, які виділяються урядовою програмою на будівництво систем сільгоспводопостачання, повинні бути знайдені шляхи економії капітальних, енергетичних і трудових ресурсів, скорочення строків введення в експлуатацію групових водопроводів, удосконалення економічного механізму управління централізованим сільгоспводопостачанням;

г) існуюча вказівка нормативних документів по сільгоспводопостачанню про рівномірну подачу води по водоводам групових сільгоспводопроводів в нинішніх

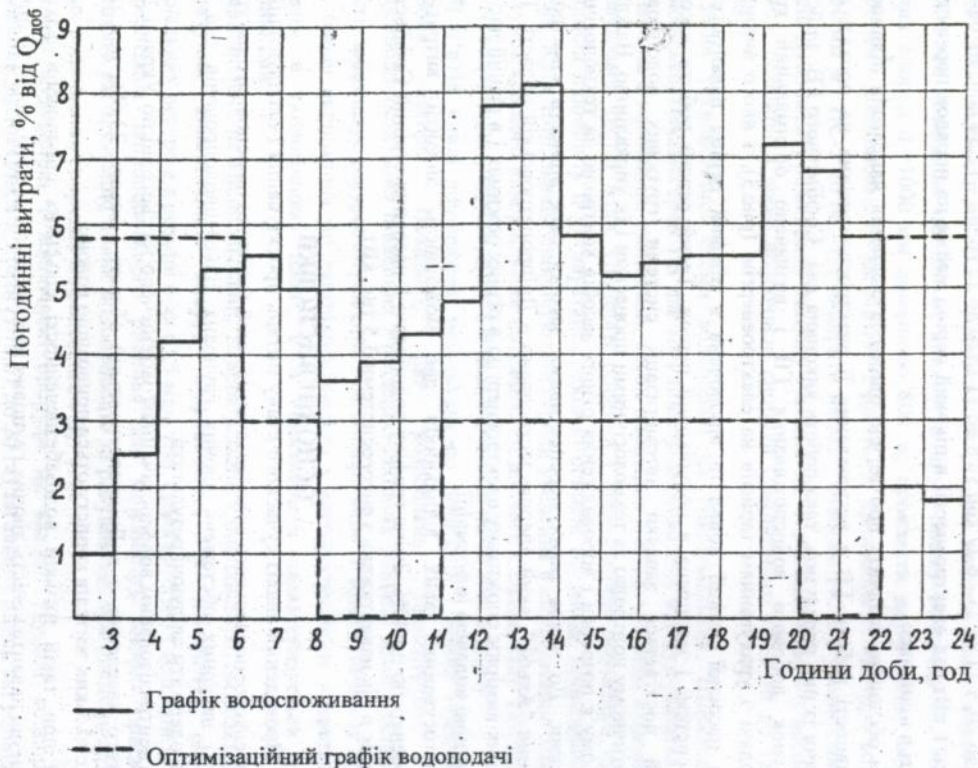


Рис. 3. - Розрахунковий добовий графік водоспоживання системи групового водопровода і оптимальний графік водоподачі з урахуванням диверсифікованості вартості електроенергії.

умовах ринкової економіки і диференційованості цін за споживану електроенергію є застарілою, економічно недоцільною і повинна бути переглянута.

2. Досліджена закономірність розміщення підземних вод по території Дніпропетровської області і виконано її районування по кількісним і якимим показникам джерел сільгоспводопостачання.

3. На базі вірогідно-статистичного аналізу технологічних показників роботи групових водопроводів степової зони досліджені режими річного водоспоживання і визначені максимальні і мінімальні коефіцієнти нерівномірності річного водоспоживання для таких регіонів.

4. Для розрахунку по забезпеченню надійності водоспоживання вивчені і описані емпіричні залежності між інтенсивністю відмов і діаметрами труб.

5. З метою економного і раціонального використання коштів при будівництві і експлуатації групових водопроводів на відміну від раніше затвердженої схеми централізованого сільгоспводопостачання південних і південно-західних районів Дніпропетровської області розроблена і реалізована ідея об'єднання окремих групових водопроводів у водогосподарський комплекс з єдиними водозабірними і вододіючими спорудами.

6. Розроблена методика економіко-математичного моделювання технологічних схем групових сільгоспводопроводів. Задача вирішена у загальному вигляді. Отримані аналітичні залежності зміни будівельної вартості головних споруд і магістральних водоводів, а також вартості електроенергії, що витрачається на подачу води, від кількості об'єднаних водопроводів n .

7. Виконані дослідження показали:

а) при збільшенні числа n відбувається зменшення вартості головних споруд і збільшується вартість магістральних водоводів і електроенергії на подачу води;

б) функції, які визначають економію капіталовкладень і приведені витрат по системі, мають екстремальні значення (максимум), що вказує на наявність оптимальної кількості групових водопроводів, які доцільно об'єднувати в єдину систему з техніко-економічних міркувань.

8. Розроблена методика оптимізації систем подачі і розподілу води групових водопроводів, в основу якої покладено вибір оптимальних розмірів водопровідних споруд і найвигіднішого режиму їх сумісної роботи, при яких забезпечується мінімум витрат на їх будівництво і експлуатацію.

9. Виконані дослідження показали, що в умовах диференційованості цін за споживану електроенергію необхідно приймати нерівномірну подачу води насосними станціями по водоводу. Проте при цьому збільшується будівельна вартість споруд. Оптимальне рішення знаходиться на ЕОМ методом нелінійного математичного програмування.

10. Результати наукових досліджень увійшли в методичні рекомендації по проектуванню і експлуатації групових водопроводів, затверджені Держводгоспом Ук-

раїни. Вони використані при проектуванні Нікопольського і Солонянсько-Томаківського групових водопроводів при їх об'єднанні з Софіївським водопроводом. Впровадження цих розробок дало можливість:

- а) отримати економію матеріальних ресурсів у розмірі біля 63,5 млн. грн. (доля автора 33 млн. грн.);
- б) прискорити уведення нових потужностей за рахунок раціонального використання можливостей очисних споруд Софіївського водопровода;
- в) в 3,5 рази зменшити площі земельних ділянок під будівництво;
- г) на 40% зменшити витрати на енергоспоживання і забезпечити економію коштів до 15-27 тис. грн. за місяць.

Основні положення дисертації опубліковані в наступних роботах:

1. Ракуляк В.В., Шевелєв О.І. Аналіз наявних місцевих джерел сільського водопостачання в Дніпропетровській області// Матеріали наукової конференції "Проблеми гідромеліорації в Україні". - Дніпропетровськ. - 1996. - с.136-137.

2. Ракуляк В.В., Шевелєв О.І. Системний підхід при проектуванні сільських групових водопроводів (на прикладі Дніпропетровської області)// Матеріали наукової конференції "Проблеми гідромеліорації в Україні". - Дніпропетровськ. - 1996. - с. 138-141.

3. Шевелєв А.І. Концепция и оптимизация схемы развития водоснабжения сельских населенных пунктов (на примере Днепропетровской области)// Экология воды и здоровье человека: Тезисы доклада научного семинара. - Ялта. - 1996. - с. 67-68.

4. Шевелєв А.І. Повышение качества проектирования и строительства групповых водопроводов - основа эффективности и экономичности их эксплуатации// Экология воды и здоровье человека: Тезисы научного семинара. - Ялта. - 1996. - с. 68-69.

5. Шевелєв О.І., Ракуляк В.В. Наукове забезпечення проектування і нові технологічні рішення будівництва та експлуатації групових водопроводів// Наук.-технол. центр "Підземіндустрія". - Дніпропетровськ, 1996. - 6 с. - Деп. в ДНТБ України 12.12.1996, № 2356, - Ук96.

6. Шевелєв А.І. Повышение энергетической эффективности эксплуатации групповых водопроводов// Научно-технологический центр "Подземиндустрия". - Днепропетровск. - 1996. - 7 с. - Деп. в ГНТБ Украины 24.10.96. № 2046, - Ук96.

7. Шевелєв О.І. Досвід збереження природних, матеріально-технічних та енергетичних ресурсів при експлуатації сільських групових водопроводів// Матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Проблеми екологічної безпеки та керованого контролю динамічних природно-технічних систем". - Львів. - 1996. - с. 129-130.

8.Шевелєв О.І. Теоретичне обґрунтування раціональних параметрів групових водопроводів, забезпечуючих природно-матеріальне ресурсозбереження та експлуатаційну надійність// Матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Проблеми екологічної безпеки та керованого контролю динамічних природно-технічних систем". - Львів. - 1996. - с. 130-131.

9.Шевелєв О.І. Групові водогони: підвищення технічного *рівня та ресурсозбереження// Водне господарство України. - 1996. - №4. - с. 23-24.

10.Шевелєв О.І. Комплексне вирішення проблеми ресурсозбереження при водопостачанні населених пунктів груповими водопроводами// Проблеми ефективного використання водних ресурсів та меліорації земель. Науково-практична конференція: Збірник тез. - Київ. - 1996. - с. 66-67.

11.Хоружий П.Д., Шевелєв А.И. Экономико-математическое моделирование технологических схем групповых сельхозводопроводов// Меліорація і водне господарство. Межвідомч. тем. наук. зб. - К.: Аграрна наука. - 1997. - вип. 85.

12.Хоружий П.Д., Шевелєв А.И. Оптимизация систем и распределения воды групповых сельхозводопроводов в условиях рыночной экономики// Меліорація і водне господарство. Межвідомч. тем. наук. зб. - К.: Аграрна наука. - 1997. - вип. 85.

АБСТРАКТ

Шевелєв О.І. Інтенсивність ресурсів у мережі групових водопроводів (в агропромисловій зоні) (Тези доповіді на конференції "Проблеми екологічної безпеки та керованого контролю динамічних природно-технічних систем", Львів, 1996).

Тези доповіді на конференції "Проблеми екологічної безпеки та керованого контролю динамічних природно-технічних систем", Львів, 1996.

Лінійні мережі водопроводів (ЛМВ) в агропромисловій зоні є найбільш розповсюдженими. А комплексне вирішення проблеми ресурсозбереження при водопостачанні населених пунктів груповими водопроводами є актуальним завданням. У статті розглянуто методику розрахунку параметрів ЛМВ, що забезпечують економічне водопостачання населених пунктів агропромислових зон. Результати розрахунку параметрів ЛМВ наведено в таблицях. Результати розрахунку параметрів ЛМВ наведено в таблицях. Результати розрахунку параметрів ЛМВ наведено в таблицях.

АННОТАЦИЯ

Шевелев А.И. Повышение ресурсосбережения эксплуатации групповых водопроводов (на примере Днепропетровской области)

Диссертация (рукопись) на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.05 - гидротехнические мелиорации. Институт гидротехники и мелиорации УААН. Киев, 1997.

Исследованы и типизированы условия сельскохозяйственного централизованного водоснабжения групповыми водопроводами. Выполнен корреляционный анализ технологических показателей работы групповых водопроводов, разработаны научно-методические основы оптимизации и выполнено экономико-математическое моделирование системы групповых водопроводов, объединенных на единые водозаборные и водоочистные сооружения. Разработаны технологические регламенты работы насосных станций водопроводов с регулированием энергопотребления. Обоснована концепция и разработана ресурсосберегающая схема водообеспечения сельских населенных пунктов, которая повышает эффективность использования, материальных, энергетических и земельных ресурсов. Результаты диссертации отражены в 12 научных работах, технические разработки внедрены в методические и проектные материалы, на производстве.

Ключові слова: централізоване сільгоспводопостачання, групові водопроводи, єдині водоочисні споруди, будівельна вартість, експлуатація, ресурсозбереження.

ABSTRACT

Shevelev A.I. Increasing of resource saving in usage of grouped watersupply (for Dnepropetrovsk region's conditions).

Thesis (manuscript) of the candidate of technical sciences on specialty 05.20.05. - Hidrotechnical meliorations. Institute of hidrotechnics and melioration, Kiev, 1997.

The conditions of agricultural centralized grouped watersupply have been studied and typified. A correlation analysis of technological factors of watersupply has been fulfilled and methodological principles of optimization have been received. An economic-mathematical modelling of a system of grouped watersupply connected to a single complex of cleaning has been done. Also, technological modes of work of pumping stations with energy regulation have been found. A concept has been based and a scheme of watersupply for a number of villages has been developed when this scheme increases efficiency of usage of material, energetical and land resources. The results of the work have been published in twelve papers and technical decisions have been introduced in methodological and project materials and in practice.

АВТОРЕФЕРАТ

Відповідальний за випуск Л. М. Фененко

Підписано до друку 22.05.97. Формат 60x84/16. Папір друкарський. Офсетний друк. Умови друк. арк. 1,16. Умови. фарб.-відб. 1,16. Тираж 125. Замовлення N 681. Замовлене. ЗАТ Видавництво «Поліграфіст», 320070, м. Дніпропетровськ, вул. Серова, 7.

432794

AB 38.018