

ВІДГУК

на дисертаційну роботу Хомутецької Т.П. «**Розвиток наукових і практичних засад енергоощадного водопостачання з підземних джерел**», подану на здобуття вченого ступеня доктора технічних наук по спеціальності 05.23.04 – водопостачання, каналізація

Актуальність теми дисертації

Актуальність теми дисертації. Однією із найважливіших проблем при експлуатації систем водопостачання з підземних джерел є проблема ощадливого витрачання електроенергії насосними агрегатами. Тема дисертаційного дослідження, що присвячена вирішенню проблеми – забезпечення населення якісною питною водою при мінімізації питомих витрат електроенергії на подачу води, є досить актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалась згідно державної програми «Про концепцію розвитку водного господарства України» і тісно пов'язана з планами держбюджетної тематики Київського національного університету будівництва і архітектури, які виконувалися на замовлення Міністерства освіти і науки України (номер державної реєстрації 0115U005088, 0199U000661).

Короткий аналіз основного змісту дисертації

Дисертація викладена на 260 сторінках машинописного тексту і складається із вступу, семи розділів, висновків, списку використаних літературних джерел із 344 найменувань на 47 сторінках та 6 додатків на 49 сторінках. Текст дисертації ілюстровано 50 таблицями і 96 рисунками. Загальний обсяг дисертації 389 сторінок.

Зміст дисертації в цілому має цілісний і завершений характер, оскільки розглядає всі основні етапи виконання науково-дослідної роботи.

У вступі висвітлена актуальність теми дисертаційної роботи, зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наведено мету, основні завдання досліджень, об'єкт досліджень, предмет досліджень, методи досліджень. Представлено наукову новизну одержаних результатів та їхнє практичне значення. Визначено особистий внесок автора. Висвітлено апробацію

результатів дисертації в наукових працях та в тезах науково-практичних конференцій.

У першому розділі «Сучасний стан господарсько-питного водопостачання в Україні і перспективи його поліпшення» представлено: характеристики систем господарсько-питного водопостачання в Україні та шляхи їх удосконалення з метою зменшення собівартості води. Наведено детальний аналіз характеристик підземних вод України - види і класифікація підземних вод за гідрологічними показниками та за ступенем мінералізації, а також запаси підземних вод, їх розподіл і доцільність розширення використання в господарсько-питному водопостачанні. Наведено якісні показники підземних вод по областях України, характеристики споруд для забору підземних вод: свердловини, шахтні колодязі, горизонтальні та променеві водозабори, каптажні камери. Вибір того чи іншого водозабору здійснюють залежно від гідрогеологічних умов, розрахункових витрат води та техніко-економічних показників будівництва і експлуатації водозабору.

Проведено аналіз причин неефективної роботи систем питного водопостачання з підземних джерел та надійного забезпечення споживачів якісною водою при найменшій її собівартості, що пов'язані зі змінами характеристик споруд протягом терміну їхньої експлуатації. Такими спорудами є: водозабірні свердловини, відцентрові насоси; водоочисні споруди; водоводи і водопровідні мережі.

Систематизовано сучасні проблеми із забезпечення ефективної сумісної роботи споруд в системах подачі і розподілу води, як найбільш енергоємною частиною систем господарсько-питного водопостачання.

Проведено аналіз літературних джерел та існуючих методів інтенсифікації роботи споруд в систем господарсько-питного водопостачання.

У другому розділі «Розрахунок сумісної роботи споруд при заборі води із водоносних пластів» наведено характерні особливості роботи системи подачі і розподілу води з водозабірними свердловинами. Представлено: розрахунки сумісної роботи споруд при заборі води з напірних водоносних пластів, а також з безнапірних підземних вод; методику визначення притоку води до досконалої

свердловини в напірних водоносних пластах; теоретичні дослідження впливу зміни гідравлічних опорів фільтрів свердловин на показники їх роботи. Розглянуто розроблені графічний метод розрахунку подачі із свердловини в напірний резервуар та аналітичний метод подачі води групою взаємодіючих свердловин. Представлено теоретичні основи розрахунку водозабірних свердловин і шахтних колодязів в безнапірних водоносних пластах, результати досліджень і розрахунки показників роботи діючих свердловин в безнапірних водоносних пластах.

Детально розглядаються питання, що виникають при проектуванні водозабірних свердловин. Представлено розрахунки сумісної роботи споруд системи подачі і розподілу води з недосконалими свердловинами в безнапірних водоносних пластах. Воду від свердловин подають у збірний резервуар за різними технологічними схемами, залежно від взаємного розташування свердловин відносно водозбірного резервуара, схеми подачі води споживачам, категорії надійності водозабезпечення та ін.

Досліджено роботу споруд з гідропневматичною установкою змінного тиску при автоматизованому водозаборі з шахтного колодязя. Представлено розроблений метод розрахунку та основні параметри, при яких забезпечується енергоощадна робота споруд.

У третьому розділі «Дослідження впливу часу на зміну гідравлічних характеристик споруд в системах водопостачання з підземних джерел» представлено узагальнені результати дослідження зміни характеристик споруд у процесі експлуатації при заборі води з напірних і безнапірних водоносних пластів, зміни гідравлічних та енергетичних характеристик відцентрових свердловинних насосів, а також зміни гідравлічних опорів сталевих та чавунних трубопроводів за період їх експлуатації.

У четвертому розділі "Розробка заходів ресурсозбереження при заборі води з підземних джерел" висвітлено сучасні проблеми ресурсозбереження в системах водопостачання при заборі і використанні залізозміщуючих підземних вод. Представлено методику та результати проведених експериментальних досліджень вертикальних дренажів протифільтраційних завіс, які забирають

воду із залізовміщуючих пластів. Обґрунтовано енергоощадні технології знезалізнення підземних вод на основі спрощеної аерації і фільтрування через волокнисте та плаваюче завантаження, що реалізовані в нових технологічних рішеннях та конструкціях установок, захищених патентами та впроваджених у нормативні документи. Розглядаються питання визначення мінімальної економічно доцільної подачі води спрацьованим заглибним насосом із свердловини до його заміни новим насосом. Обґрунтовано застосування більш економічних горизонтальних відцентрових насосів для підвищення енергоефективності відкачування води із свердловин і шахтних колодязів.

У п'ятому розділі "Удосконалення методів розрахунку сумісної роботи насосів і водопровідних мереж" представлено теоретичний аналіз методів розрахунку сумісної роботи насосів і водопровідних мереж, що залежить від гідравлічних характеристик всіх елементів, які входять у СПРВ, характеру їхнього взаємного зв'язку, наявності чи відсутності напірно-регулюючих споруд на мережі, а також характеру відбору води з мережі. Наведено метод визначення регулюючого об'єму водонапірної башти в локальних водоводах.

Представлено результати дослідження сумісної роботи споруд при подачі води з резервного резервуара у водонапірну башту, що спрямованні на визначення економічно доцільних режимів роботи насосів для енергоефективного забезпечення споживачів розрахунковими об'ємами води і необхідними напорами. Наведено розрахункову схему подачі води з підземного резервуара в башту, а також розрахункові формули та залежності. Досліджено роботу конкретної СПРВ з результатами розрахунку сумісної роботи водопровідних споруд при подачі води одним насосом у башту.

Представлено результати дослідження сумісної роботи насоса, водовода з одним фіксованим водовідводом і контррезервуаром та отриманні висновки, щодо підвищення ефективності сумісної роботи водопровідних споруд з контррезервуаром і одним фіксованим водовідбором. Проведено порівняльний аналіз методів розрахунку сумісної роботи насосів і водопровідних мереж з контррезервуаром.

У шостому розділі «Енергоощадні режими сумісної роботи насосів, водопровідних мереж і резервуарів» розглядаються питання визначення енергетичних показників при роботі відцентрових насосів, зокрема, запропоновано представляти енергетичну характеристику насоса у вигляді ступеневої функції; наведено методику розрахунку гідравлічних та енергетичних характеристик паралельно працюючих однотипових відцентрових насосів на загальний напірний трубопровід.

Розглянуто спосіб регулювання відцентрових насосів зміною гідравлічного опору напірного трубопроводу за допомогою засувки, та спосіб регулювання водоподачі шляхом зміни частоти обертання робочих коліс насосів із застосуванням перетворювачів частоти. Представлено залежності для визначення діаметра обточеного робочого колеса насоса з постійною частотою обертання в залежності від швидкохідності відцентрового насоса

Проведено дослідження сумісної роботи споруд в автоматизованих водопровідних системах для зменшення регулюючого об'єму води в баку водопровідної башти. За результатами досліджень встановлено розрахункові показники максимальної кількості включень насосного агрегату для забезпечення надійного функціонування споруд в автоматизованих водопровідних системах.

Обгрунтовано вибір енергоощадних режимів роботи насосів в системах з гідропневматичними установками. Отримано залежності для розрахунку систем з гідропневматичними установками при заборі води з підземного резервуара та свердловини, що дозволяє вибирати економічні режими роботи насосів. Представлено метод для аналізу режимів сумісної роботи споруд в безбаштових СПРВ від однієї НС із застосування ПК.

Розглянуто варіанти роботи системи, коли на НС працюють насосні агрегати без регулювання водоподачі, а також з регулюванням водоподачі, шляхом зміни частоти обертання робочого колеса насоса, спрямованої на підвищення енергоефективності водоподачі.

Представлено методи розрахунку сумісної роботи споруд протягом доби в системах з контррезервуаром та безбаштових СПРВ, що дають можливість

порівнювати отримані результати для вибору раціональної схеми водозабезпечення та енергоощадних режимів роботи споруд в умовах зміни водоспоживання.

Досліджено роботу водопровідної системи при подачі води в мережу від кількох НС. Метод розрахунку таких систем передбачає здійснення перерозподілу навантаження між НС для мінімізації енергоспоживання при забезпеченні споживачів розрахунковими витратами і напорами води.

Запропоновано структуру узагальненої імітаційної моделі роботи водопровідної системи, логіко-математичне наповнення якої включає визначення гідравлічних та енергетичних показників.

У сьомому розділі «Енергоощадна робота споруд в діючих СПРВ» обґрунтовується необхідність поліпшення сумісної роботи споруд в діючих СПРВ, характеристики яких протягом експлуатації змінюються, що призводить до зростання питомих витрат електроенергії на перекачування води насосними агрегатами.

Розглядаються особливості застосування методу імітаційного моделювання при дослідженні роботи діючих систем водопостачання з підземних джерел, що вимагає уточнення вихідних даних шляхом проведення натурних обстежень споруд.

Наведено результати апробації та впровадження наукових досліджень роботи водопровідних споруд м. Чернігів і м. Бердичів Житомирської обл., що дозволило зменшити енергоємність водопостачання та експлуатаційні витрати. Представлено результати впровадження методики розрахунку сумісної роботи споруд на водопровідній системі м.Обухів Київської обл.

Наведено інформацію щодо застосування наукових розробок у нормативно методичних документах для проектування систем водопостачання та навчання.

Впровадження результатів дисертації підтверджується документами, представленими в додатках Е.1- Е.4.

Наукова новизна роботи. Дисертація базується на вперше отриманих особисто автором нових наукових результатів:

– обґрунтовано методологічні засади енергоощадного водопостачання з підземних джерел в умовах динамічної зміни характеристик споруд та обсягів водоспоживання;

– запропоновано структуру узагальненої імітаційної моделі роботи водопровідної системи, що включає визначення гідравлічних, енергетичних показників та питомого енергоспоживання при забезпеченні розрахункових витрат і напорів води;

– науково обґрунтовано та розроблено метод імітаційного моделювання сумісної роботи взаємодіючих споруд системи водопостачання, що дозволяє аналізувати різні варіанти водозабезпечення, встановити склад і режими експлуатації споруд при мінімізації питомих витрат електроенергії на подачу води споживачам;

– проведено оцінку ефективності роботи водозабірних свердловин в напірних і безнапірних водоносних пластах при змінах їхніх характеристик в процесі експлуатації системи;

– розроблено числові та аналітичні методи розрахунку споруд системи водопостачання з підземних джерел при врахуванні впливу часу на зміну гідравлічних і енергетичних характеристик споруд (насосів, трубопроводів, фільтрів свердловин, тощо).

Отримано подальший розвиток:

– теорія і методи розрахунків сумісної роботи насосів, водопровідних мереж і резервуарів в баштових та безбаштових системах водопостачання;

– теоретичні дослідження роботи автоматизованих водопровідних систем з гідропневматичними установками, на основі яких встановлено залежності для визначення параметрів, що забезпечують економічний режим роботи насосів;

– наукове обґрунтування ресурсозберігаючих засад при заборі води із залізозміщуючих пластів, що здійснені на основі теоретичного узагальнення результатів експериментальних досліджень, які підтвердили доцільність застосування нових технологічних схем і конструкцій водознезалізнювальних станцій та фільтрів водозабірних свердловин.

Обґрунтованість і достовірність наукових результатів та їх новизна

Наведені у дисертації наукові положення мають достатнє теоретичне обґрунтування, наукові результати є новими, що підтверджено аналізом достатнього обсягу літературних джерел, отриманими автором патентами, достатнім обсягом експериментальних даних, виробничою перевіркою та впровадженням наукових результатів на діючих системах водопостачання.

Практична значимість одержаних результатів полягає у наступному:

- створено більш досконалі інженерні методи розрахунку сумісної роботи водопровідних споруд, при яких враховується зміна їхніх характеристик під час експлуатації, що дозволяє забезпечити енергоощадну роботу діючих систем водопостачання як в звичайному режимі, так і при можливому виникненні позаштатних ситуацій з необхідністю використання резервних свердловин;
- запропоновано ресурсозберігаючі заходи в системах господарсько-питного водопостачання із залізовміщуючих водоносних пластів, які дають можливість зменшити питоме енергоспоживання при відкачуванні води із свердловин і шахтних колодязів, знизити капітальні та експлуатаційні витрати при очищенні підземних вод з використанням розроблених нових конструкцій установок, захищених патентами на винахід;
- розроблено метод імітаційного моделювання, апробований на діючих системах водопостачання з підземних джерел в умовах зміни водоспоживання, який дозволяє визначати доцільний склад, схему і режими роботи водопровідних споруд з найменшими капітальними та експлуатаційними затратами;
- розроблено рекомендації з вибору енергоощадних режимів роботи споруд КП "Чернігівводоканал", які дали змогу зменшити енергоспоживання та заощадити значні кошти експлуатаційних витрат підприємства;
- розроблено організаційно-технічні заходи, спрямовані на поліпшення роботи діючих систем водопостачання та зменшення питомих витрат електроенергії, які впроваджено на МКП "Бердичівводоканал" і ВКП "Обухівводоканал";
- результати одержаних наукових досліджень використано в ПАТ «Укрводпроект» (м. Київ) при розробці проектів систем водопостачання з

підземних джерел для забезпечення енергоощадної роботи водопровідних споруд;

- результати дисертаційної роботи впроваджено в навчальний процес у Київському національному університеті будівництва і архітектури, а також використовуються студентами при проведенні наукових досліджень.

Редакційний аналіз. Дисертація написана літературною мовою. Автор в міру стисло і лаконічно виклав суть проблеми, у цілому грамотно пояснив і обґрунтував запропоновані рішення. Мова і стиль характеризуються достатньою чіткістю, володінням відповідним понятійним апаратом. Формулювання наукових понять зрозумілі, коректні та відповідають правилам формальної логіки. Дисертація оформлена відповідно до вимог МОН України.

Відповідність дисертації обраній спеціальності та профілю спеціальної ради. Дисертаційна робота Хомуцької Т.П. відповідає формулі та напрямкам наукових досліджень «техніко-економічна ефективність, надійність систем водопостачання, математичне забезпечення оптимізації проектних рішень, будівництва і реконструкції систем водопостачання, основ експлуатації систем водопостачання, оптимізація режимів їх роботи» паспорту спеціальності 05.23.04 – Водопостачання, каналізація, а також профілю спеціалізованої вченої ради Д.26.056.07 Київського національного університету будівництва і архітектури Міністерства освіти і науки України.

Відповідність тексту автореферату і дисертації. Текст автореферату достовірною мірою відображає основний зміст дисертаційної роботи.

Повнота публікацій. За результатами дисертаційного дослідження опубліковано 40 наукових праць, в тому числі: 2 монографії, 35 статей, з них 20 у фахових виданнях України та 5 у міжнародних періодичних виданнях, отримано 2 патенти України на корисну модель та 1 патент на винахід.

Зміст дисертаційної роботи досить повно відображено у фахових та інших публікаціях.

Апробація роботи. Основні результати й головні положення дисертаційної роботи були оприлюднені та обговорювались на міжнародних та

вітчизняних науково-практичних конференціях, семінарах, круглих столах і відображені у відповідних публікаціях.

Недоліки та зауваження.

1. Розрахункове визначення енергетичних показників роботи відцентрових насосів слід було б підтвердити даними енергетичних обстежень насосних агрегатів із застосування сучасних засобів вимірювальної техніки.

2. Питомі витрати електроенергії на перекачування води насосними агрегатами НС (кВт*год\ тис.м³), як правило, визначаються за НД 33-6.2-01-2006 «Методика проведення енергоаудиту на об'єктах водогосподарських систем» із застосуванням засобів вимірювальної техніки: лічильника електроенергії та витратоміра-лічильника води.

В дисертації питому витрату електроенергії, кВт*год/м³ на подачу 1 м³ води запропоновано визначати за розрахунковою потужністю на валу насоса і подачею насоса, без врахування ККД приводного електродвигуна, який змінюється в залежності від його робочих характеристик.

3. Серед літературних джерел є такі, що не мають відношення до теми дисертації.

4. В тексті дисертації мають місце орфографічні та стилістичні помилки позначені на полях.

5. Матеріали шостого розділу, які стосуються вибору енергоощадних режимів роботи насосів в системах з гідропневматичними установками, доцільно було б перенести у другий розділ, де детально розглядається робота таких систем.

6. У дисертації ніде не вказано, яким програмним забезпеченням користувались при імітаційному моделюванні роботи діючих водопровідних систем.

Загальний висновок.

Дисертаційна робота Хомуцької Тетяни Петрівни «Розвиток наукових і практичних засад енергоощадного водопостачання з підземних джерел», є завершеною науковою роботою, яка відповідає вимогам МОН України до

докторських дисертацій і п.п. 9, 10 “Порядку присудження наукових ступенів”, та оцінюється позитивно. Зроблені зауваження не знижують її загальної цінності.

В роботі отримано нові наукові результати, спрямованні на вирішення важливої наукової і народногосподарської проблеми - забезпечення населення якісною питною водою з найменшими питомими витратами електроенергії на водоподачу.

Здобувач Хомуцька Тетяна Петрівна заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.04 – Водопостачання, каналізація.

**Офіційний опонент, д.т.н., ст. наук. співр.,
головний наук. співр. відділу інформаційних
технологій та маркетингу інновацій
Інституту водних проблем і меліорації НААН**

В.М. Попов

Підпис В.М. Попова засвідчую:

Учений секретар ІВПіМ НААН,
канд. техн.. наук, ст. наук. співр.



О.П. Музика