НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ВОДНИХ ПРОБЛЕМ І МЕЛІОРАЦІЇ

ПОБЕРЕЗНІЧЕНКО ОЛЬГА ЮРІЇВНА

УДК 628.112.23:631.11(477.41)

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВ АПК З ПІДЗЕМНИХ ДЖЕРЕЛ (У БАСЕЙНІ Р.ІРПІНЬ)

06.01.02 – сільськогосподарські меліорації
(технічні науки)

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2015

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Інституті водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України (НААН)

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України **ХОРУЖИЙ Петро Данилович**,
Інститут водних проблем і меліорації НААН України, головний науковий співробітник.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор, академік НААН України
ЯЦИК Анатолій Васильович,
Український науково-дослідний інститут водогосподарсько-екологічних проблем, директор.

кандидат технічних наук,
КРАВЧЕНКО Олександр Валерійович,
ДП «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут міського господарства», завідувач підрозділу міської інфраструктури.

Захист відбудеться 28 грудня 2015 р. о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.362.01 при Інституті водних проблем і меліорації НААН України за адресою: 03022, м.Київ-22, вул. Васильківська, 37.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Інституту водних проблем і меліорації НААН за адресою: 03022, м.Київ-22, вул. Васильківська, 37.

Автореферат розіслано 27 листопада 2015 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
кандидат технічних наук, с.н.с. Т.І.Топольнік

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

В умовах зростаючого дефіциту водних ресурсів, прогресуючого забруднення водних джерел неочищеними або недостатньо очищеними стічними водами, зростаючої вартості енергетичних і матеріальних ресурсів актуальною є проблема ефективного використання цих ресурсів, у тому числі при водопостачанні підприємств АПК, які знаходяться переважно в сільській місцевості і використовують для своїх потреб переважно підземні води.

Актуальність теми. На сьогоднішній день існують типові технології водопостачання підприємств агропромислового комплексу (АПК) з підземних джерел, які використовуються проектними організаціями та мають такі недоліки:

- невисока ефективність знезалізнення підземних вод на традиційних водознезалізнювальних установках;
- відсутні рекомендації для техніко-економічного розрахунку водоводів з поліетиленових труб в сучасних ринкових умовах господарювання;
- великі питомі експлуатаційні витрати на подачу і очищення води.

Тому на даний час актуальним є питання удосконалення технологій очищення і подачі води в системах водопостачання на підприємствах АПК, які були б ефективними, надійними і економічними з використанням нових вітчизняних матеріалів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалась згідно з тематичними планами Інституту водних проблем і меліорації НААН на 2011-2013 роки по завданню «Розробити методи і ресурсозберігаючі технології водопостачання і каналізації сільських населених пунктів та підприємств агропромислового комплексу» відповідно до завдань держбюджетної тематики (04.01.01.04 П, № держреєстрації 0111U003822) та завданню на 2013-2015 роки «Розробити замкнені системи водокористування для підприємств агропромислового комплексу» (04.01.01.08 П, № держреєстрації 0113U007800).

Мета дисертаційної роботи полягає в науковому обґрунтуванні та вдосконаленні існуючих технологій очищення, подачі і розподілення води з підземних джерел на підприємствах АПК з використанням нових матеріалів.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні **задачі**:

- проаналізувати сучасний стан підземних водних джерел та оцінити ефективність традиційних технологій видалення заліза з води;
- провести дослідження водно-екологічної ситуації в басейні р.Ірпінь і стану системи водопостачання на ТОВ «Комплекс Агромарс» Філія «Гаврилівський птахівничий комплекс», що є об'єктом впровадження наукових досліджень;
- на основі аналітичних досліджень удосконалити методику гідравлічних і техніко-економічних розрахунків поліетиленових трубопроводів з урахуванням сучасної вартості труб і спожитої електроенергії на транспортування води;
- удосконалити методику визначення раціональних конструктивних і технологічних параметрів водознезалізнювальних установок з контактно-прояснювальними фільтрами (КПФ);

- розробити систему ресурсозберігаючих заходів у системах водопостачання підприємств АПК з підземних водних джерел для економного витрачання водних і енергетичних ресурсів при їх експлуатації;
- впровадити результати наукових досліджень у виробничу практику.

Об'єкт дослідження – система водопостачання підприємства АПК з підземних водних джерел.

Предмет дослідження – ресурсозберігаючі технологічні процеси знезалізнення підземних вод, її подачі та розподілення водоводами з поліетиленових труб.

Методи дослідження – фізичне і математичне моделювання процесів знезалізнення вод на установках з КПФ та транспортування води водоводами з поліетиленових труб, використання чисельних і аналітичних методів визначення параметрів вказаних процесів, використання дослідних даних, одержаних в лабораторних і виробничих умовах.

Наукова новизна одержаних результатів:
- встановлено залежності для визначення економічно найвигідніших діаметрів труб поліетиленових трубопроводів при сучасних вартостях труб і електроенергії;
- розроблена методика визначення раціональних конструктивних і технологічних параметрів установок для знезалізнення підземних вод при висхідному фільтруванні води через плаваюче завантаження;
- запропоновано метод вибору раціональної технологічної схеми очищення і подачі води на підприємства АПК залежно від довжини водовода і співвідношення витрат питної і технічної води.

Практичне значення одержаних результатів полягає в обґрунтуванні принципів вдосконалення методики розрахунків водопровідних споруд в системах водопостачання підприємств АПК з підземних водних джерел і ефективної їх експлуатації. Розроблені та обґрунтовані технічні рішення з підвищення ефективності процесів знезалізнення води та вибору способу її подачі і розподілення на різні потреби при мінімізації питомих капітальних і експлуатаційних витрат. Підготовлено для практичного застосування таблицю граничних витрат і швидкостей руху води для вибору економічних діаметрів поліетиленових трубопроводів в залежності від їх вартості та вартості електроенергії.

Результати дисертаційної роботи передано для впровадження на Філію «Гаврилівський птахівничий комплекс» Київської області і передано для використання в проектних організаціях.

Особистий внесок здобувача. Автором особисто сформульовано положення та напрями досліджень, обґрунтовано нові підходи і вимоги до методів розрахунку водопровідних споруд в системах водопостачання підприємств АПК при подачі води із свердловин по поліетиленовим трубопроводам, знезалізнення води та її розподіленні на різні потреби.

Інтерпретація отриманих результатів та теоретичні узагальнення, висновки і рекомендації також виконано безпосередньо автором.

Апробація результатів дисертації. Основні результати досліджень і головні положення дисертації доповідались на міжнародних, регіональних і вузівських конференціях і семінарах. Серед основних із них такі: міжнародні науково-

практичні конференції «Вода та довкілля» (ДІУЕВР, Київ, 2011 р.); нарада-семінар присвяченому Всесвітньому дню води (ДІУЕВР, Київ, 2012 р.); «Сучасні проблеми охорони довкілля та раціонального використання ресурсів у водному господарстві» (Миргород, 2012 р.); «Ресурс і безпека експлуатації конструкцій, будівель та споруд» (Харків, 2013 р.); «Водні ресурси України та меліорація земель» (Київ, ІВПіМ, 2013 р.); «Водні ресурси України та меліорація земель» (Київ, КНУБА, 2014 р.); Перша міжнародна науково-практична конференція «Водокористування. Технології Споруди Менеджмент» (Київ, КНУБА, 2014 р.); ІІ Міжнародна науково-практична конференція «Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти» (2014 р.); Міжнародний водний форум «AQUA Ukraine» (2011-2013 рр.).

Публікації. Основні результати роботи опубліковано в 17 наукових роботах, у тому числі: 10 статей (8 – у фахових виданнях України, 2 – в іноземних періодичних виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз), три з яких написано одноосібно.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація включає вступ, п’ять розділів, загальні висновки, 11 додатків. Роботу викладено на 148 сторінках основного тексту, включаючи 19 таблиць і 33 рисунки. До списку використаних джерел входить 187 найменувань, серед них 27 іноземних.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** розкрито суть наукової проблеми, обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і завдання досліджень, показано зв’язок роботи з науковими програмами і темами, зазначено новизну одержаних результатів, їхнє практичне значення.

У першому розділі **«Аналіз систем сільськогосподарського водопостачання з підземних водних джерел і наукових робіт з інтенсифікації їх роботи»** наведено результати вивчення стану джерел питного водопостачання та підземних вод України. Встановлено, в Україні більше 50% підземних вод мають підвищений вміст заліза, особливо у західних і північних областях, де його вміст може перевищувати 10 мг/дм^3 (Житомирська та Рівненська обл.). Найбільш розповсюджені підземні води, що мають вміст заліза 3-5 мг/дм^3. Підземні води найчастіше характеризуються надлишком або нестачею фтору, підвищеним вмістом заліза і марганцю, сірководню, метану, підвищеною жорсткістю та солевмістом.

Розглянуті особливості водопостачання підприємств АПК. Підприємства АПК знаходяться переважно в сільській місцевості, а отже потрібно споруджувати автономні системи водопостачання з використанням переважно підземних вод, які містять підвищений вміст заліза. Стічні води, що скидаються від підприємств, не мають токсичних речовин, але містять велику кількість органічних речовин, які доцільно видаляти біологічними методами, після чого очищену воду доцільно використовувати на технічні потреби в оборотному циклі як добрива для сільгоспкультур.

Для транспортування води від свердловин до споживачів нині застосовують поліетиленові труби, проте для економічно обґрунтованого вибору їх діаметрів та гідравлічних розрахунків існуюча методика є застарілою, оскільки змінились

розрахункові параметри (питома вартість труб, вартість 1 кВт·год електроенергії тощо). Тому потрібно провести аналітичні дослідження та розробити нову методику таких розрахунків.

Водопровідні споруди гідравлічно-пов'язані між собою і працюють сумісно, впливаючи одна на одну. Для вибору оптимальних режимів такої роботи, при яких будуть найкращі техніко-економічні показники, потрібно провести аналітичні дослідження, розробити практичні рекомендації і впровадити їх у виробництво.

Ресурсозберігаючі заходи в системах водопостачання підприємств АПК полягають у зменшенні питомих витрат водних, матеріальних і енергетичних ресурсів при забезпеченні всіх споживачів потрібною кількістю води, належної якості і під необхідним напором. Для діючих систем ці заходи зводяться до мінімізації експлуатаційних витрат.

За останні роки в нашій країні і за кордоном виконуються роботи, що направлені на підвищення надійності і ефективності роботи системи водопостачання. Цьому сприяли дослідження, виконані вітчизняними і зарубіжними вченими і спеціалістами: М.М.Абрамовим, А.М.Тугаєм, С.М.Епояном, П.Д.Хоружим, М.Г.Журбою, Ф.О.Шевелевим, А.В.Яциком та ін.

У розвиток теорії і практики знезалізнення підземних вод у системах сільськогосподарського водопостачання значний внесок зробили В.О.Орлов, Г.І.Ніколадзе, Е.Ф.Золотова, Г.Ю.Асс, Ю.І.Тарасевич, В.Л.Поляков, О.В.Кравченко, О.М.Квартенко, І.Е.Апельцина, В.А.Клячко, П.Д.Хоружий, М.А.Сафонов, С.Ю.Мартинов, М.Г.Журба, Б.І.Шевчук, Т.П.Хомутецька, Б.О.Говоров, A.Grochmann, R.Collsch, I.Holluta, S.Velten, W.Hortman, H.Wingrich та ін.

В останні роки характерним для досліджень є комплексність підходу до рішення задач оптимізації водогосподарських систем та використання в них ресурсозберігаючих технологій. До таких робіт слід віднести дослідження П.І.Коваленка, М.І.Ромащенка, А.М.Рокочинського, В.М.Попова, П.І.Ковальчука, В.А.Сташука та ін.

У нинішніх ринкових умовах господарювання при виборі оптимальних конструктивних і технологічних параметрів водопровідних споруд необхідно враховувати зміну в часі їхніх гідравлічних і техніко-економічних показників, оскільки відчутно зростає питома вартість електроенергії, з'являються на ринку нові матеріали і водоочисні установки.

Зі всіх можливих варіантів потрібно вибирати кращий, що надійно забезпечує споживачів водою потрібної якості при найменших витратах на будівництво і експлуатацію водопровідних споруд. Для цього потрібно проводити теоретичні і експериментальні дослідження, вивчити специфіку роботи споруд, всі фактори, що впливають на ефективність і надійність їхньої роботи для розробки рекомендацій щодо проектування та експлуатації таких систем.

У другому розділі **«Дослідження водно-екологічної ситуації в басейні р.Ірпінь і системи водопостачання на Філії «Гаврилівський птахівничий комплекс»»** виконано обґрунтування використання підземних вод для водопостачання споживачів. Згідно даних Державної статистичної звітності 2-тп (водгосп), всього в басейні р.Ірпінь із природних водних об'єктів забирається 37,61

млн.м^3/рік води, в тому числі із підземних водних джерел – 20,02 млн.м^3/рік (Рис. 1). У поверхневі водні об'єкти скидається 19,79 млн.м^3/рік стічних вод. Прогнозний резерв запасів води в басейні р.Ірпінь складає не менше 23,86 млн.м^3/рік.

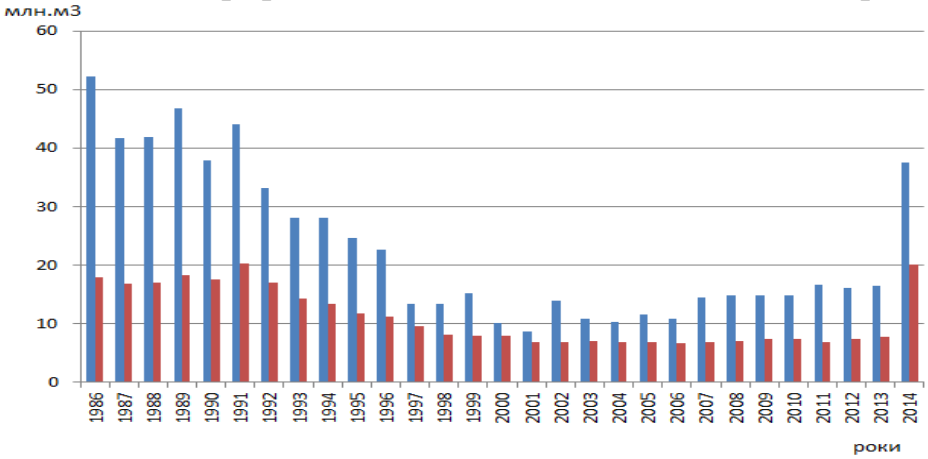

Рис.1. **Динаміка забраних вод з природних водних об'єктів в басейні р.Ірпінь, млн.м^3.**
1 – всього і 2 – в т.ч. з підземних вод.

Основними споживачами поверхневої води в басейні р.Ірпінь є ставково-рибні господарства та Ірпінське управління зрошуваних систем.

Аналіз стану водних об'єктів у басейні р.Ірпінь показує, що проблема захисту підземних і поверхневих джерел водопостачання від забруднення і виснаження значно загострилася, особливо в останні роки. Поверхневі води постійно забруднюються стічними водами, що ускладнює використання їх для питного водопостачання і збільшує витрати на водопідготовку для подачі споживачам. Придатна якість для споживання лише у верхів'ях р.Ірпінь, але цього недостатньо для забезпечення всіх потреб водокористувачів, тому постає необхідність використання захищених підземних джерел в системах сільськогосподарського водопостачання.

Для покращення ситуації з водопостачанням і водовідведенням в басейні р.Ірпінь пропонуються такі заходи:

- розширене використання підземних вод для водопостачання з будівництвом нових та відновленням роботи існуючих водозабірних свердловин при заборі води із сеноманського або бучакського водоносних горизонтів та дотриманні вимог експлуатації юрського водоносного горизонту;
- для видалення з води заліза, марганцю і сірководню застосування на водоочисних станціях конструкцій ІВПіМ НААНУ з розміщенням очисних елементів у водонапірних баштах Рожновського; вартість таких станцій продуктивністю до 200 м^3/добу становить 60-100 тис.грн.;
- розширене використання на підприємствах АПК замкнених систем водопостачання із зворотним та послідовним рухом води;
- застосування децентралізованих систем водопостачання з поділом води на питну і технічну та використанням води за прямим призначенням.

За результатами аналітичних і натурних досліджень сформульовано гіпотезу дисертаційної роботи, згідно якої поверхневі води в басейні р.Ірпінь не придатні для

водопостачання і постає необхідність використання захищених підземних вод бучакського та сеноманського водоносних горизонтів та удосконалення систем водопідготовки для подачі споживачам. Встановлено, що підземні води потребують обов'язкового знезалізнення.

У третьому розділі **«Аналіз існуючих методів знезалізнення підземних вод в системах сільськогосподарського водопостачання»** наведено результати вивчення сучасних методів знезалізнення води та види фільтрувального завантаження. Обгрунтовано застосування біологічного методу окислення заліза в підземних водах і вибір конструкції водознезалізнювальної установки.

Методи знезалізнення: біохімічний (основну роль у видаленні заліза з води відіграють залізобактерії (аеробні); іонообмінний; каталітичний; реагентний (штучно подають реагенти – сильні окиснювачі).

Завданням всіх методів є переведення розчинних форм заліза $Fe(HCO_3)_2$ у малорозчинну форму $Fe(OH)_3$, чого досягають окисленням з наступним затриманням у відстійниках або фільтрах.

Метод знезалізнення води повинен враховувати такі особливості цього процесу:

- фільтрувальну засипку у початковий період її роботи потрібно «зарядити», а в багатьох випадках необхідно залишити під час її промивки частину осаду з пластівців $Fe(OH)_3$ для забезпечення потрібної ефективності знезалізнення води;
- необхідно створювати умови для видалення з води вуглекислого газу, сірководню та інших газів з метою запобігання пухирцевої кольматації фільтрувальної засипки;
- при висхідному фільтруванні води через плаваюче пінополістирольне завантаження необхідно враховувати стиснене осідання пластівців у підфільтровому просторі, а затримання їх у фільтрувальній засипці відбувається тільки в нижніх її шарах;
- фільтроцикли в основному закінчуються за часом досягання граничних втрат напору.

В системах сільськогосподарського водопостачання найчастіше для знезалізнення підземних вод застосовують реагентний метод, оскільки він простіший та дешевший. Метод полягає в тому, що в аераційному пристрої воду насичують киснем, при цьому частково видаляється вуглекислий газ CO_2 і частково окислюється залізо. Потім на фільтрах з води видаляються утворені пластівці гідроксиду заліза $Fe(OH)_3$.

Для підвищення ефективності процесів знезалізнення води в даний час запропоновано багато видів конструкцій та завантаження, але вирішальним фактором у виборі залишається співвідношення ціна-якість, тому спінений полістирол NOVA Dipol Chemical International є оптимальним при виборі фільтрувального завантаження.

Аналіз світової літератури показав, що зараз перевагу віддають біологічним методам знезалізнення води порівняно з фізико-хімічними, а ефективність очистки води залежить від багатьох факторів. Щоб знайти ті основні фактори, що впливають на ці процеси, потрібно провести експериментальні дослідження.

У четвертому розділі «**Удосконалення методики розрахунків водоводів із поліетиленових трубопроводів»** наведено вирішення основних задач при проектуванні напірних водоводів: - вибір матеріала трубопроводів; - вибір кількості ліній водовода; - визначення економічно найвигіднішого діаметра труб; - забезпечення надійності подачі і розрахункових витрат води.

За останні роки при проектуванні і будівництві системи сільськогосподарського водопостачання перевагу віддають поліетиленовим трубопроводам, які мають ряд суттєвих переваг перед трубами із інших матеріалів (сталь, чавун або азбестоцемент):

- стійкість проти корозії, а отже довговічність;
- мають невелику питому вагу, а отже легкі при транспортуванні;
- простота збирання і монтажу;
- не крихкі, витримують навантаження при гідравлічних ударах;
- мають невеликий гідравлічний опір рухові води, а отже, невеликі втрати напору і витрати електроенергії на транспортування води.

Трасування напірних водоводів, вибір числа їх ліній і діаметрів труб необхідно виконувати таким чином, щоб вони забезпечували достатню пропускну здатність, а також надійність та економічність роботи.

При дублюванні водопровідних ліній підвищується ступінь надійності роботи системи і зменшується експлуатаційні витрати, проте збільшується будівельна вартість. Навпаки, зменшення числа і діаметрів водопровідних ліній зменшує будівельні витрати, проте призводить до збільшення витрат електроенергії на транспортування води, підвищує експлуатаційні витрати та зменшує надійність їх роботи.

Раціональним (правильним) рішенням вважається таке, при якому досягається потрібна ступінь надійності забезпечення розрахункової витрати води під необхідним напором при найменших приведених витратах.

Економічно вигідним діаметром труб напірних водоводів буде такий діаметр, при якому будуть найменшими приведені витрати на будівництво і експлуатацію як самого водовода, так і безпосередньо зв'язаних з ним насосів, що подають по ньому воду.

Для визначення параметрів аналітичної залежності питомої вартості прокладання трубопроводу діаметром d у формулі (1) a, b і α були враховані сучасні вартості трубопроводів в залежності від їхнього діаметра.

На рис. 2. показано графік $K_п = f\ (d_у)$ залежності питомої вартості поліетиленових трубопроводів від їхнього діаметра в межах 32-315мм.

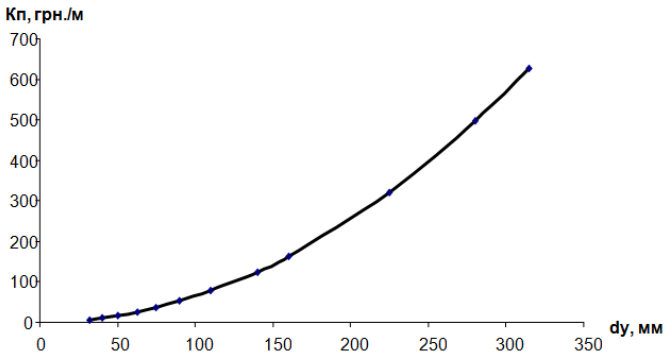

Рис. 2. **Графік залежності $K_п = f\ (d_у)$**

Будівельне вартість водоводу, яку можна виразити як функцію від діаметра труб d і числа ліній водоводу n за формулою:

$$K_B = (\mathrm{a} + \mathrm{bd}^{\alpha}) n\ell \text{ , грн} \tag{1}$$

де a, b і α – параметри аналітичної залежності питомої вартості прокладання трубопроводу; ℓ - довжина кожної лінії водоводу.

Параметри a, b і α у формулі (1) були обчислені методом найменших квадратів. Параметр a визначали за формулою:

$$a = \frac{K_{п.1} K_{п.t} - K_{п.ср}{}^2}{K_{п.1} + K_{п.t} - 2K_{п.ср}} \tag{2}$$

де $K_{п.ср}$ – питома вартість трубопроводу діаметром $d_{ср} = \sqrt{d_1 d_t}$, яку приймали по графіку $K_п = f\ (d_у)$, побудованому по даним для нинішньої питомої вартості поліетиленових трубопроводів.

Значення $K_{п.1}$, $K_{п.2}$, ... $K_{п.ср}$, ... $K_{п.t}$ на графіку рис.1. відповідають діаметрам труб $d_{у.1}$, $d_{у.2}$, ... $d_{у.ср}$, ... $d_{у.t}$, де t – число значень $d_{у.i}$ (t = 12).

Для середнього діаметра $d_{ср} = \sqrt{32 \cdot 315} = 100{,}4$ мм питома вартість трубопроводу $K_{п.ср}$ = 65 грн./м. Отже, а=0,26 грн./м.

Параметри b і α знаходили після логарифмування рівняння (1):

$$\ln(K_{п.i} - a) = \ln b + \alpha \ln d_i \tag{2}$$

і знаходження мінімуму суми

$$\sum \left[\ln b + \alpha \ln d_i - \ln\left(K_{п.i} - a\right)\right]^2 \tag{3}$$

Використовуючи умови мінімуму суми, записали систему рівнянь

$$\left.\begin{aligned} t \ln b + \alpha \sum \ln d_i &= \sum \ln(K_{п.i} - a) \\ \ln b \sum \ln d_i + \alpha \sum \left(\ln d_i\right)^2 &= \sum \ln d_i \ln(K_{п.i} - a) \end{aligned}\right\} \tag{4}$$

при розв'язанні якої отримали параметри b = 6138 та α = 1,98.

Похибка між значенням питомої вартості поліетиленових трубопроводів у порівнянні з кошторисними вартостями цих труб для відповідних діаметрів не перевищує 3%.

Таблиця 1.

Значення коефіцієнтів і показників ступенів для поліетиленових трубопроводів.

Марка труб	a	b	α	$K_{тр}$	β	m
ПЕ100SDR17 (1,0 МПа)	0,26	6138	1,98	0,001052	1,774	4,774

Примітка: коефіцієнти b і $K_{тр}$ приймають для Q, м^3/с і d, м.

Для обчислення величини економічного фактора Э, що визначає економічні умови будівництва і експлуатації поліетиленових трубопроводів, приймаємо такі значення параметрів: m = 4,774; $K_{тр}$ = 0,001052; $E_н$ = 0,12; P_2 = 0,16; f = 300

грн./кВт; r = 2; σ = 97,33 коп./кВт.год; γ = 0,3-0,4; η = 0,7; b = 6138; α = 1,98; P_1 = 0,046:

$$Э = \frac{9,8mK_{тр}\left[\left(E_н + P_2\right)fr + 8760\sigma\gamma\right]}{\eta b\alpha(E_н + P_1)}, \quad (5)$$

де η – ККД насосних агрегатів.

За формулою (5) отримали Э=8,92.

На практиці економічно найвигідніші діаметри труб напірних водоводів зручно визначати користуючись таблицею граничних економічних витрат води. Це такі витрати, при яких економічно рівноцінними будуть два суміжні діаметри труб даного сортаменту.

За формулою (6) були обчислені значення граничних витрат води для поліетиленових трубопроводів, користуючись якими легко визначати економічно найвигідніші діаметри труб.

$$Q_{гр} = \left|\frac{md_1^{\,m}d_2^{\,m}(d_2^{\,\alpha} - d_1^{\,\alpha})}{э\,\alpha(d_2^{\,m} - d_1^{\,m})}\right|^{\frac{1}{\beta+1}}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (6)$$

де $Q_{ГР}$ – гранична витрата води для двох суміжних діаметрів труб d_1 і d_2, м^3/с.

Порівнюючи значення економічного фактора *Э*, отриманого для нинішніх економічних умов у нашій державі, з попередніми величинами цього параметра для поліетиленових трубопроводів, бачимо, що внаслідок різкого збільшення вартості електроенергії за транспортування води σ і вартості насосної станції *f*, що припадає на 1 кВт.год встановленої потужності, цей параметр збільшився в 15-20 разів, тобто значення економічно найвигіднішого діаметра поліетиленового трубопроводу *d* у нинішніх умовах треба приймати в 1,5 рази більшим порівняно з попередніми значеннями.

У п’ятому розділі «**Обгрунтування технології знезалізнення підземних вод на Філії «Гаврилівський птахівничий комплекс»»**

Дослідження проводилися на центральному водозаборі №1, до складу якого входять 14 артезіанських свердловин, станція знезалізнення води, РЧВ і насосна станція II підйому (рис.3).

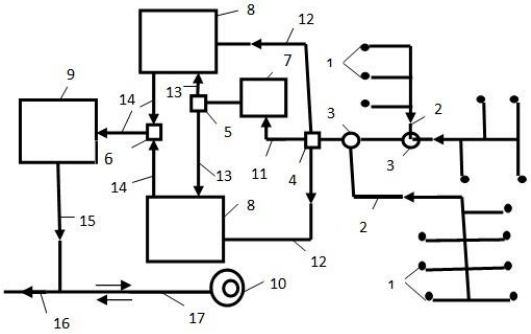

Рис. 3. **Схематичний план водопровідних споруд**:

1 – водозабірна свердловина; 2 – напірний водовід від свердловин; 3 – водопровідний колодязь; 4, 5, 6 – водорозподільчі колодязі; 7 – водознезалізнювальна станція; 8 – резервуар чистої води (РЧВ); 9 – насосна станція II-го підняття; 10 – водонапірна башта; 11 – подача сирої води на знезалізнення; 12 – подача вихідної води в РЧВ; 13 – відведення очищенної води в РЧВ; 14 –

всмоктувальні трубопроводи насосів; 15 – напірний трубопровід насосів; 16 – подача води споживачам; 17 – трубопровід до водонапірної башти (ВБ).

Критичний аналіз існуючої системи водопостачання на Філії «Гаврилівського птахівничого комплексу» виявив необхідність для покращення її роботи: розробити рекомендації з оптимізації роботи водозабірних свердловин для забезпечення мінімальних питомих витрат електроенергії на подачу води споживачам; удосконалити технологію знезалізнення підземних вод для забезпечення високої якості очищеної води при мінімальній її вартості.

Дана технологія знезалізнення підземних вод порівняно з існуючою має такі переваги:

- не кольматується фільтрувальне завантаження, а отже не потрібно його розрихлювати або застосовувати стиснене повітря для розпушення;
- значно більша (у 2-3 рази) тривалість фільтроциклу;
- значно менші інтенсивність, тривалість та частота промивки, а отже менші витрати промивної води і електроенергії;
- подача заглибних відцентрових насосів у свердловинах не залежить від втрат напору у фільтрувальному завантаженні, а отже можлива стабільна їх робота при високих ККД;
- не потрібне застосування компресора для аерації води і промивки фільтрів, а отже зменшуються загальні витрати енергії.

На основі експериментальних досліджень для КПФ з відповідними конструктивними параметрами необхідно визначити закономірності зміни ефективності знезалізнення води E і коефіцієнта фільтрації $\kappa_ф$ від величини питомої брудоміскості фільтра G_n.

Знаючи залежності $E_i=f(G_{n.i})$ та $\kappa_{ф.i}=\phi(G_{n.i})$, легко визначити вміст заліза у фільтрованій воді $C_{ф.i}$, мг/дм^3, і втрати напору $h_{ф.i}$ на фільтрі, м, а отже і розрахункову тривалість фільтроциклу $T_{ф.р}$, год.

Питому брудомісткість фільтра в будь-який (к-й) момент часу його роботи в межах фільтроциклу можно з достатньою для практичних цілей точністю визначити за формулою:

$$G_{n.к.} = 0.00191 V_ф T_{ф.к} C_в E_{ср}, \text{ кг/м}^2 \qquad (7)$$

де $C_в$ – середній вміст заліза у вихідній воді за період фільтрування протягом фільтроцикла тривалістю $T_{ф.к}$, мг/дм^3; $E_{ср}$ – середня ефективність знезалізнення води протягом цього періоду, в долях одиниці.

Величина $E_{ср}$ залежить від конструктивних і технологічних параметрів КПФ: еквівалентного діаметра гранул пінополістирольного завантаження d_e; коефіцієнта неоднорідності цих гранул $\kappa_н$; товщини фільтрувального завантаження $\ell_ф$, а також швидкості фільтрування води.

Тривалість корисної роботи фільтра, тобто час після його «зарядки», після якого питома брудомісткість завантаження стає не менше $G_{n.min}$ ($G_n \geq G_{n.min}$) і до досягнення максимальної питомої брудомісткості ($G_n=G_{n.max}$), після якої фільтр потрібно виключати на промивку, визначається за формулою:

$$T_{ф.р} = \frac{G_{n.\max} - G_{n.\min}}{0,00191 V_ф C_в E_{ср}} = \frac{G_{n.р}}{0,00191 V_ф C_в E_{ср}} = \frac{1570,7}{V_ф C_в E_{ср}}, \text{ год} \quad (8)$$

де $G_{n.р}$ – середня розрахункова (робоча) питома брудомісткість фільтрувального завантаження, кг/м^2, яка залежить від його конструктивних і технологічних параметрів і яку для досліджуваного фільтра можна приймати в середньому $G_{n.р}$ =3 кг/м^2.

Як видно з формули 10, при збільшенні величини вмісту заліза у вихідній воді $C_в$ і швидкості її фільтрування $V_ф$ величина $T_{ф.р}$ буде зменшуватись.

Дослідження показали, що для одного й того ж фільтрувального завантаження гранична величина $к_{ф.min}$ буде зменшуватись при збільшенні величини $V_ф$ внаслідок збільшення кількості осаду $Fe(OH)_3$, при якому зростають втрати напору на фільтрі $h_ф$ (табл.2)

Таблиця 2.

Розрахункові параметри досліджуваного фільтрувального завантаження при знезалізненні підземних вод.

$V_ф$, м/год	$G_{n.max}$, кг/м^2	$G_{n.min}$, кг/м^2	$G_{n.раб}$, кг/м^2	$E_{ср}$	$к_{ф.min}$, м/год	$h_{ф.max}$, м
7	3,45	0,36	3,09	0,962	20	0,35
9	3,62	0,78	2,84	0,955	16,2	0,56
11	4,21	1,14	3,07	0,948	13,5	0,82

Висхідне фільтрування води через фільтри з плаваючим завантаженням має свої особливості, які полягають у тому, що дрібніші гранули пінополістиролу розташовуються, як важчі, завжди внизу фільтрувального завантаження, у якого водопрохідні канали швидко заповнюються осадом, в той час як верхні шари майже не використовуються.

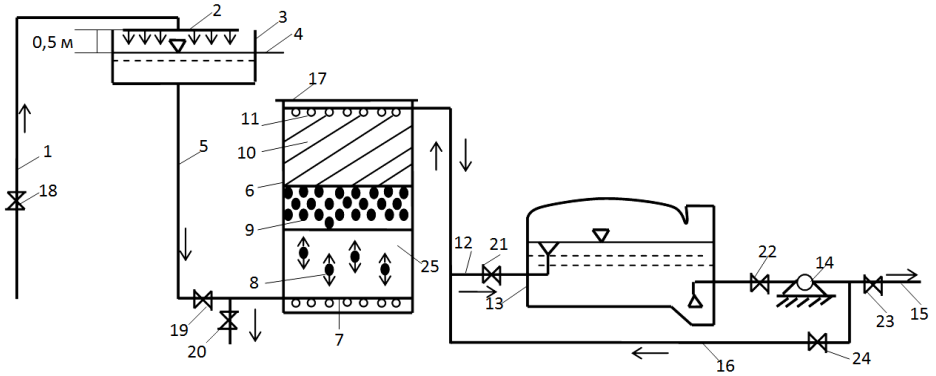

Рис.4. **Схема роботи водознезалізнювальної станції з напірним контактно-прояснювальним фільтром (КПФ)**:

1 – подача вихідної води із водозабірних свердловин; 2 – аератор; 3 – водоприймальний бак; 4 – переливна труба; 5 – подача проаерованої води на КПФ; 6 – корпус КПФ; 7 – нижній дренаж; 8 – пластівець з гідроксиду заліза; 9 – стиснутий шар пластівців; 10 – плаваюче фільтрувальне завантаження; 11 – ковпачковий дренаж; 12 – відведення фільтрованої води; 13 – резервуар чистої води (РЧВ); 14 – господарський насос; 15 – подача води споживачам; 16 – подача води на промивку КПФ; 17 – кришка; 18-24 – засувки; 25 – підфільтровий простір.

Дослідження залежності $E=f(T_ф, V_ф)$ для трьох значень швидкості фільтрування води на КПФ показало, що протягом фільтроциклу ефективність знезалізнення води *E* спочатку зростає до певної величини, а потім починає спадати. Знаючи розрахункову ефективність знезалізнення води можемо визначити час зарядки фільтра та час ефективної роботи фільтра для різних швидкостей фільтрування.

Ця ефективність залежить від питомої брудомісткості КПФ, тобто кількості забруднень (активного мулу з $Fe(OH)_3$), що припадає на 1 м^2 площі фільтра, кг/м^2.

В роботі контактно-прояснювального фільтра спостерігаються три процеси:

1) «зарядка» фільтра – це накопичення мінімальної кількості активного мулу з $Fe(OH)_3$, при якій для даної швидкості фільтрування води забезпечується потрібна якість очищеної води і під кінець «зарядки» фільтра його питома брудомісткість становить $G_{бр.min}$, кг/м^2;

2) робочий період фільтра, при якому забезпечується нормативна якість фільтрованої води; за цей період питома брудомісткість фільтра зростає від $G_{бр.min}$ до $G_{бр.max}$, кг/м^2, зростають втрати напору на фільтрі від $h_{ф.min}$ до $h_{ф.max}$, а ефективність знезалізнення води спочатку зростає від E_{min} до E_{max}, а потім зменшується від E_{max} до E_{min};

3) період промивки фільтра – це процес видалення надлишкового активного мулу для зменшення питомої брудомісткості фільтра від $G_{бр.max}$ до $G_{бр.min}$, кг/м^2.

Знаючи розрахункову ефективність знезалізнення води можемо визначити мінімальну питому брудомісткість фільтра та ефективну робочу брудомісткість фільтра для різних швидкостей фільтрування.

Таблиця 3.

Результати експериментальних досліджень

Швидкість фільтрування, м/год	Тривалість фільтрування, год			Питома брудомісткість фільтра, кг/м^2		
	Зарядка	Макс.	Робоча	Мін.	Макс.	Робоча
7	8	96	**88**	0,28	3,45	**3,17**
9	15	82	67	0,54	3,0	2,46
11	18	76	58	0,65	2,8	2,15

Отже, бачимо, що чим менша швидкість фільтрування води на знезалізнюючій установці, тим триваліший період ефективного фільтроциклу та менший час «зарядки» фільтра. Чим менша швидкість фільтрування води, тим більша ефективна питома брудомісткість фільтра. Оптимальну швидкість фільтрування води для конкретного випадку потрібно визначати за допомогою техніко-економічних розрахунків, оскільки, зі зменшенням швидкості фільтрування збільшується діаметр фільтра та його вартість.

Ефективність знезалізнення води визначалась за формулою:

$$E_i = \frac{C_{в.} - C_ф}{C_в} \cdot 100\% \qquad (9)$$

Коефіцієнт фільтрації пінополістирольного завантаження визначається за формулою:

$$K_{ф.i.,j.} = {V_{ф.j} \ell_ф} \Big/ {h_{фi,j}}, \text{ м/год} \qquad (10)$$

де $l_ф$ – товщина фільтрувального завантаження, яка в експериментальній установці дорівнювала 1,15 м; $h_{фi.j}$ – втрати напору на фільтрі, м, в j-ий момент часу фільтроциклу при швидкості фільтрування води $V_{ф.j}$.

Інтенсивність промивки фільтра визначалась за формулою:

$$q_{пр.i.} = 4Q_{пр.i.}/\pi d_ф^2, \text{ л/с·м}^2 \qquad (11)$$

де $Q_{пр.i.}$ – витрата води на промивку фільтра, л/с, яка вимірювалась об'ємним методом за формулою.

На рис. 5. наведена принципова схема переобладнання станції очистки підземних вод продуктивністю до 65 м^3/год. на базі існуючої непрацюючої станції знезалізнення, яка розміщується в тому самому приміщенні, що й непрацююча. Перебудовувати приміщення немає необхідності.

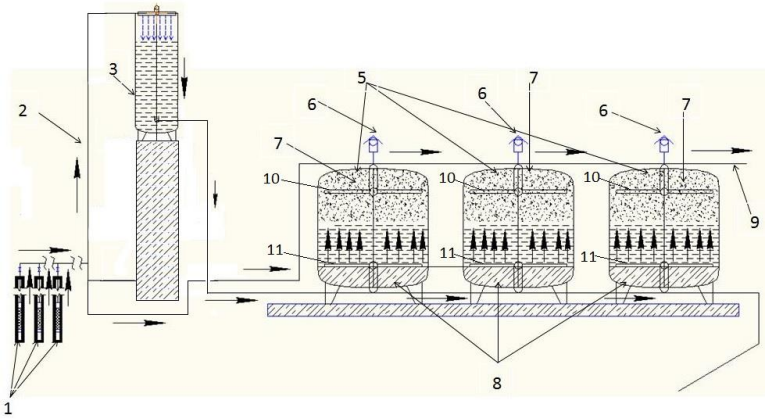

Рис. 5. **Принципова схема переобладнання станції очистки підземних вод продуктивність 65 м^3/год.**

1 – 14 свердловин продуктивністю 10 – 22 м^3/год.; 2 – трубопровід надходження води на аерацію; 3 – існуючий бак – ресивер компресорного обладнання, перероблений в систему спрощеної аерації; 4 – забір проаерованої води; 5 – прояснювальні фільтри; 6 – вантузи; 7 – плаваюче фільтруюче завантаження; 8 – бетонне заповнення нижньої (мертвої) частини фільтру; 9 – трубопровід надходження очищеної води в РЧВ; 10 – верхній радіальний пластиковий дренаж; 11 – нижній дренаж з зворотнім фільтром з просічного корозійностійкого металу.

В системах водопостачання на підприємствах АПК вода витрачається на технічні та питні потреби. Вимоги до якості технічної і питної води є різними, а отже, різні розміри та вартість очисних станцій для підготовки таких вод.

Отже, можливо два варіанта очищення і подачі води на таких підприємствах:

1) Єдина система (рис.6), коли вся вода, що подається зі свердловин по трубопроводу, очищається на водоочисній станції, збирається в резервуарах чистої

води і насосною станцією подається по єдиному водоводу водоспоживачам на питні та технічні потреби;

2) При другому варіанті розділення води на питну і технічну відбувається в колодязі. Роздільна система (рис.7.), при якій на водоочисну станцію надходить тільки та кількість води, яка витрачається на питні потреби.

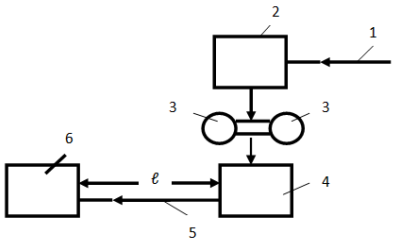

Рис.6. **Схема єдиної системи очищення і подачі води**:
1 – подача води від свердловини; 2 – водоочисна станція; 3 – РЧВ; 4 – НС 2-го підйому; 5 – водовід; 6 – об'єкт водоспоживання.

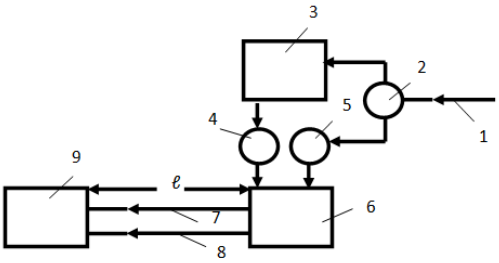

Рис.7. **Схема роздільної системи очищення і подачі води**:
1 – подача води від свердловин; 2 – колодязь переключення; 3 – водоочисна станція; 4 – РЧВ; 5 – резервуар технічної води; 6 – НС 2-го підйому; 7 – водовід питної води; 8 – водовід технічної води; 9 – об'єкт водоспоживання.

При виборі оптимального варіанта очищення і подачі води для споживачів води різної якості слід користуватись графіками на рис.7.

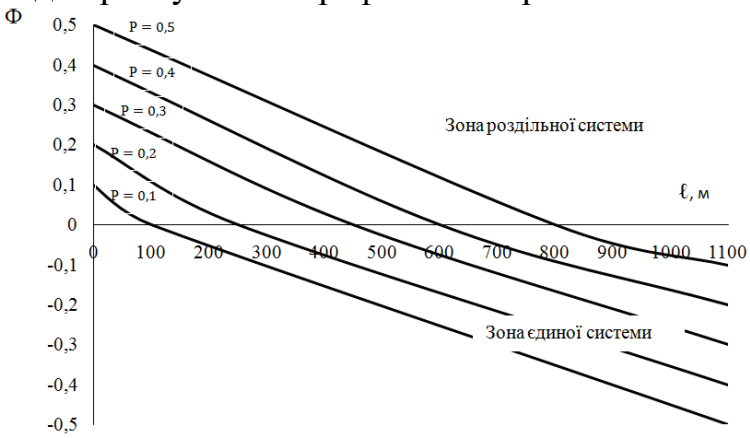

Рис.7. **Графіки *Ф=f(P, l)* при виборі схеми очищення і подачі води з постійною витратою Q.**

Якщо функція *Ф<0*, то вигіднішою буде єдина система (1-й варіант), якщо *Ф>0*, то доцільно приймати роздільну систему (2-й варіант), а якщо *Ф=0*, то обидва варіанти будуть рівноцінними.

Результати розрахунків передано для впровадження на Філію «Гаврилівський птахівничий комплекс». Враховуючи складну економічну ситуацію, можна уникнути значних економічних витрат на купівлю нової установки знезалізнення. Економічно найвигіднішим рішенням даної задачі буде переобладнання існуючої станції.

Реконструкція фільтрів знезалізнення забезпечує зменшення промивної води в 22,4 рази у порівнянні з діючою. Компенсація додаткових витрат установки знезалізнення з пінополістирольним завантаженням 1,1 роки.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що підприємства АПК розташовані переважно в сільській місцевості, використовують в основному підземні води, які здебільшого мають підвищений вміст заліза, що вимагає вдосконалення водознезалізнювальних станцій, а для транспортування води від свердловин до споживачів нині застосовують поліетиленові труби, проте відсутня методика вибору економічних діаметрів таких труб в нинішніх вартостях труб і електроенергії.

2. Дослідження водно-екологічної ситуації в басейні р.Ірпінь і системи водопостачання на Філії «Гаврилівський птахівничий комплекс» показали доцільність розширеного використання підземних вод при заборі води із сеноманського або бучакського водоносних горизонтів, а для очищення води застосування установок конструкції ІВПіМ НААН.

3. При проектуванні напірних водоводів в системах водопостачання сільських населених пунктів і підприємств АПК доцільно застосовувати поліетиленові трубопроводи, оскільки вони стійкі проти корозії, мають невеликий гідравлічний опір, легкі при транспортуванні, збиранні і монтажу та витримують значні гідравлічні удари. Для визначення їхньої питомої вартості отримано нові параметри, при використанні яких похибка порівняно з кошторисними вартостями цих труб не перевищує 3%.

4. Встановлено, що значне збільшення вартості 1 кВт·год електроенергії за транспортування води призвело до збільшення економічно найвигідніших діаметрів трубопроводів на 38% порівняно з традиційними методами. Для практичних розрахунків діаметри нагнітальних водоводів із поліетиленових труб доцільно вибирати, користуючись підготовленою таблицею граничних витрат води для двох сумісних діаметрів.

5. Доведено, що в зв’язку з підвищенням вимог до якості питної води забезпечити нормативний вміст заліза в очищеній воді традиційними методами дуже складно, а для вирішення цієї проблеми доцільно застосовувати установку з волокнисто-пінополістирольними фільтрами та розроблену методику розрахунку оптимальних її конструктивних і технологічних параметрів.

6. Для економного витрачання водних і енергетичних ресурсів при експлуатації систем водопостачання АПК з підземних водних джерел розроблено систему ресурсозберігаючих заходів, що полягають у забезпеченні енергоощадливої роботи водозабірних свердловин, оптимізації процесів знезалізнення води та розподілу її між споживачами.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Для практичних розрахунків та проектування діаметри нагнітальних водоводів із поліетиленових труб доцільно вибирати користуючись таблицею граничних витрат води $Q_{ГР}$ для двох суміжних діаметрів труб.

2. Для виконання інженерних розрахунків КПФ користуватися залежностями, за допомогою яких можливо попередньо визначати питому брудомісткість фільтрувального завантаження G_n, ефективність знезалізнення води E і коефіцієнт фільтрації завантаження $K_ф$, що визначає втрати напору на фільтрі.

3. При виборі оптимального варіанта очищення і подачі води для споживачів води різної якості з поліетиленовими водоводами та знезалізнення води з використанням пінополістирольних фільтрів слід користуватись графіком залежності частки споживання води питної якості від загального водоспоживання та довжини водовода.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових виданнях:

1. Моісеєва О. Сучасний стан водопостачання і водовідведення в басейні р.Ірпінь та пропозиції щодо його покращення / О.Ю.Моісеєва, П.Д.Хоружий, Д.В.Чарний // Водне господарство України, 2011. – Вип. 4 - С.28-31. *(Аналіз літературних джерел, узагальнення результатів)*
2. Моісеєва О. Аналіз водовідведення у поверхневі водні об’єкти підприємств-забруднювачів та їхніх абонентів / О.Ю. Моісеєва // Меліорація і водне господарство. Вип. 99., 2011. - С.239-249. *(Аналіз літературних джерел, обґрунтування методів)*
3. Моісеєва О. Замкнені системи водного господарства на підприємствах АПК / О.Ю.Моісеєва, П.Д.Хоружий, Д.В.Чарний // Науково-технічний збірник., Вип. 18 «Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки»., 2012. - С.84-91. *(Обгрунтування та розробка технологій)*
4. Поберезніченко О.Ю. Методика вибору оптимальної технологічної схеми очищення і подачі води на підприємствах АПК / О.Ю.Поберезніченко, П.Д.Хоружий // Збірник наукових праць Науковий вісник будівництва, Вип.73. Харківський національний університет будівництва та архітектури. Харків: ХНУБА ХОТВ АБУ, 2013. - С.568-575. (*Отримання експериментальних даних, узагальнення результатів)*
5. Поберезніченко О.Ю. Критичний аналіз технологічної схеми очищення і використання стічних вод на птахівничих комплексах / С.В. Кулаківський, О.Ю. Поберезніченко // Науково-технічний збірник. Випуск 22 «Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки», К.:КНУБА. 2013. – С.98-106. *(Отримання експериментальних даних, узагальнення результатів)*
6. Поберезніченко О. Оптимізація системи водопостачання птахофабрики / О.Поберезніченко // Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Випуск 100, том ІІ. «Меліорація і водне господарство» К.: Аграрна наука. 2013. - С.106-115. (*Отримання експериментальних даних, узагальнення результатів)*

7. Поберезніченко О.Ю. Вибір метода знезалізнення підземних вод і оптимальних параметрів водознезалізнювальної установки / О.Ю.Поберезніченко, П.Д.Хоружий // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. Випуск № 54. Одеса: Зовнішрекламсервіс. 2014. - С.300-310. (*Обгрунтування методів, узагальнення результатів)*
8. Поберезніченко О.Ю. Техніко-економічний розрахунок напірних поліетиленових трубопроводів / Т.П.Хомутецька, О.Ю.Поберезніченко, П.Д. Хоружий // Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Випуск 101. «Меліорація і водне господарство» Ніжин: ПП Лисенко М.М., 2014. - С.323-331. (*Отримання експериментальних даних, узагальнення результатів, висновки)*

Публікації за кордоном

9. Поберезниченко О.Ю. Контактное обезжелезивание подземных вод в системе сельскохозяйственного водоснабжения / О.Ю. Поберезниченко // Инженерно-строительный журнал. №3(55) апрель 2015. Научно-прикладное издание. Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, инженерно-строительный факультет. С. 38-48. (*Отримання експериментальних даних, узагальнення результатів)*
10. Поберезниченко О.Ю. Методика расчета и оптимизации работы систем подачи и распределения воды с водозаборными скважинами / О.Ю. Поберезниченко, Т.П. Хомутецкая // Инженерно-строительном журнале №2 (46) март 2014. Научно-прикладное издание. Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, инженерно-строительный факультет. - С.58-64. (*Отримання експериментальних даних, узагальнення результатів)*

Наукові видання та тези доповідей

11. Моісеєва О.Ю. Аналіз систем водовідведення в поверхневі водні об’єкти / О.Ю.Моісеєва // Тез. Допов. у офіційному каталозі IX міжнародного водного форуму «AQUA Ukraine-2011». Спеціалізована виставка та науково-практичні конференції. 8-11 листопада 2011 року. – с.15. *(Аналіз літературних джерел, обґрунтування методів, оцінка результатів)*
12. Поберезніченко О.Ю. Сучасні проблеми охорони довкілля та раціонального використання ресурсів у водному господарстві / О.Ю.Поберезніченко // Тез. Допов. у Збірнику Матеріалів практичної конференції 2-6 квітня 2012р. м.Миргород. «Сучасні підходи до ефективного водокористування в умовах нестачі природної прісної води».К.: Т-во «Знання України». 2012. - С.30-33. *(Аналіз літературних джерел, обґрунтування методів, оцінка результатів)*
13. Поберезніченко О.Ю. Сучасний стан водопостачання і водовідведення в басейні р.Ірпінь та пропозиції щодо його покращення / О.Ю. Поберезніченко // Тез. Допов. у офіційному каталозі X міжнародного водного форуму «AQUA Ukraine-2012». Спеціалізована виставка та науково-практичні конференції. 6-9 листопада 2012 року. Конференція «Вода та довкілля». - с.16. *(Обгрунтування структури та методів, оцінка результатів)*

14. Поберезніченко О.Ю. Оптимізація роботи системи водопостачання підприємства АПК / О.Ю. Поберезніченко // Тез. Допов. у офіційному каталозі XI міжнародного водного форуму «AQUA Ukraine-2013». Спеціалізована виставка та науково-практичні конференції. 5-8 листопада 2013 року. Конференція «Вода та довкілля». - с.7. *(Аналіз літературних джерел, обґрунтування методів).*
15. Поберезніченко О.Ю. Аналіз системи водопостачання та водовідведення Філії «Гаврилівський птахівничий комплекс» / О.Ю. Поберезніченко // Тез. Допов. у збірнику матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції «Водні ресурси України та меліорація земель». 2014. - с.65. *(Аналіз літературних джерел, обґрунтування методів).*
16. Поберезніченко О.Ю. Удосконалення водопостачання сільськогосподарських підприємств з підземних водних джерел / О.Ю. Поберезніченко // Тез. Допов. у збірнику Матеріалів II Міжнародної науково-практичної конференції «Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти» 8-11 жовтня 2014 р. - С.135-138. *(Обґрунтування структури, узагальнення результатів)*
17. Поберезніченко О.Ю. Дослідження процесів контактного знезалізнення води на пінополістирольних фільтрах / О.Ю. Поберезніченко, П.Д.Хоружий // Тез. Допов. у Науково-технічному збірнику Випуск 24 «Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки». КНУБА. 2014. - С.214-221. *(Отримання експериментальних даних, узагальнення результатів, висновки)*

АНОТАЦІЯ

Поберезніченко О.Ю. *Удосконалення технології водопостачання підприємств АПК з підземних джерел (у басейні р.Ірпінь)*. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 06.01.02 – сільськогосподарські меліорації (технічні науки) – Інститут водних проблем і меліорації НААН. – Київ, 2015.

У дисертаційній роботі вирішується актуальне науково-технічне завдання з удосконалення технологій очищення і подачі води в системах водопостачання з підземних джерел на підприємствах АПК, які є ефективними, надійними і економічними з використанням нових вітчизняних матеріалів. У басейні р.Ірпінь проаналізовано водно-екологічну ситуацію, сучасний стан підземних водних джерел та оцінено ефективність традиційних технологій видалення заліза з води. За результатами аналізу системи водопостачання Філії «Гаврилівський птахівничий комплекс» запропоновані підходи, розроблені та впроваджені технічні рішення з визначення раціональних конструктивних і технологічних параметрів установок для знезалізнення підземних вод при висхідному фільтруванні води через плаваюче завантаження. На основі аналітичних досліджень встановлено залежності для визначення економічно найвигідніших діаметрів труб поліетиленових трубопроводів при сучасних вартостях труб і електроенергії. Запропоновано метод вибору раціональної технологічної схеми очищення і подачі води на підприємства АПК залежно від довжини водовода і співвідношення витрат питної і технічної води.

Проведена апробація розроблених технічних рішень, яка показала істотне підвищення експлуатаційної надійності і енергоефективності досліджуваної системи водопостачання, при зниженні експлуатаційних витрат.

Ключові слова: система водопостачання, підземні води, знезалізнення, водозабірна свердловина, підприємство АПК, напірний водовод, економічно вигідний діаметр, поліетиленовий трубопровід, контактний прояснювальний фільтр, тривалість фільтроциклу, швидкість фільтрування, система подачі і розподілення води.

АННОТАЦИЯ

Поберезниченко О.Ю. *Совершенствование технологии водоснабжения предприятий АПК из подземных источников (в бассейне р.Ирпень).* - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 06.01.02 - сельскохозяйственные мелиорации (технические науки) - Институт водных проблем и мелиорации НААН. - Киев, 2015.

В диссертационной работе решается актуальная научно-техническая задача по совершенствованию технологий очистки и подачи воды в системах водоснабжения из подземных источников на предприятиях АПК, которые являются эффективными, надежными и экономичными с использованием новых отечественных материалов. В бассейне р.Ирпень, проанализирована водно-экологическая ситуация, современное состояние подземных водных источников и оценена эффективность традиционных технологий удаления железа из воды. По результатам анализа системы водоснабжения Филиала «Гавриловский птицеводческий комплекс» предложены подходы, разработаны и внедрены технические решения по определению рациональных конструктивных и технологических параметров установок для обезжелезивания подземных вод при восходящем фильтровании воды через плавающие загрузки. На основании аналитических исследований установлены зависимости для определения экономически выгодных диаметров труб полиэтиленовых трубопроводов при современных ценностях труб и электроэнергии. Предложен метод выбора рациональной технологической схемы очистки и подачи воды на предприятия АПК в зависимости от длины водовода и соотношения расходов питьевой и технической воды.

Проведена апробация разработанных технических решений, которая показала существенное повышение эксплуатационной надежности и энергоэффективности исследуемой системы водоснабжения, при снижении эксплуатационных расходов, а именно:

- для практических расчетов и проектирования диаметры нагнетательных водоводов из полиэтиленовых труб целесообразно выбирать пользуясь таблицей предельных расходов воды $Q_{гр}$ для двух смежных диаметров труб.

- для выполнения инженерных расчетов КПФ пользоваться зависимостями, с помощью которых можно предварительно определять удельную грязеемкость фильтровальной загрузки G_n, эффективность обезжелезивания воды Е и коэффициент фильтрации загрузки $К_ф$, что определяет потери напора на фильтре.

- при выборе оптимального варианта очистки и подачи воды для потребителей воды разного качества с полиэтиленовыми водоводам и обезжелезивания воды с использованием пенополистирольных фильтров следует пользоваться графиком зависимости доли потребления воды питьевого качества от общего водопотребления и длины водовода.

Ключевые слова: система водоснабжения, подземные воды, обезжелезивание, водозаборная скважина, предприятие АПК, напорный водовод, экономически выгодный диаметр, полиэтиленовые трубопроводы, контактный прояснительный фильтр, продолжительность фильтроцикла, скорость фильтрования, система подачи и распределения воды.

ANOTATION

Pobereznichenko O. *Improving the water supply technology to the agricultural enterprises from underground sources (in the pool of the river of Irpin).* - Manuscript.

The thesis is for obtaining a PhD degree of technical sciences, specialty 06.01.02 - agricultural land amelioration (technical sciences) - Institute for Water and Land Amelioration of the National Academy for Agricultural Sciences. - Kyiv, 2015.

The thesis deals with solving the urgent scientific and technical problem of improving the technologies of water treatment and supply within the water supply systems that are supplying water from underground sources to the agricultural enterprises, to improve them to a more efficient, reliable and cost-effective level using new domestic materials.

The water-ecological situation and the current state of the underground water sources were analyzed within the pool of the river of Irpin, the effectiveness of the traditional technologies for iron removal from the water were assessed.

Based on the analysis of the water supply system of the "Gavrilovsky Poultry Complex", the technical solutions to determine the rational design and technological parameters of installations for iron removal from groundwater in the upward filtration of water through floating loading were suggested, developed and implemented.

Based on analytical studies, dependencies were determined for finding out the economically most advantageous pipe diameter for the polyethylene pipelines at the present value of pipes and electricity. A method of selecting a rational technological scheme for water purification and supply to the agricultural enterprises, depending on the length of the conduit and the correlation of the potable and technical water usage, was suggested.

Testing of the developed technical solutions was conducted, which showed a significant increase in operational reliability and efficiency of the water supply system, while reducing the operating costs.

Keywords: water supply system, underground water, iron removal, water wells, agricultural enterprises, pressure conduit, cost effective pipe diameter, polyethylene pipeline, contact clearing filter, photo cycle duration, speed of filtering, water supply and distribution system.