

### Тема 1.3 Діагностика, поновлення налагоджування функціонування водозабірних інженерних об'єктів

**Мета вивчення теми:** оволодіти знаннями щодо основних завдань та методів удосконалення роботи водозаборів з підземних джерел.

#### План

1. Задачі і методи удосконалення водозаборів з підземних та поверхневих джерел.

2. Задачі вдосконалення водозаборів з поверхневих джерел.

**Ключові терміни:** водозабори, свердловини, регенерація, дезинфекція, колодязь.

Основними причинами погіршення роботи підземних водозаборів виникає у наступних випадках:

1. Дебіт свердловини знизився або його необхідно збільшити.
2. У воді, що відкачується, з'явилися частинки водоносної породи.
3. Погіршення якості води.
4. Необхідність зниження споживання енергії.
5. Вихід з ладу насосного обладнання. (основна причина погіршення роботи).
7. Замулювання піском.

Поліпшення роботи водозаборів з підземних джерел припускає рішення наступних задач:

- поповнення запасів підземних вод;
- удосконалювання методів захисту підземних вод від забруднення;
- створення надійних і високоефективних фільтрів;
- оцінка динаміки гідравлічних характеристик ґрунтових вод;
- удосконалення методів розрахунків водозборів із груп взаємодіючих свердловин і визначення оптимальної відстані між свердловинами;
- удосконалення техніки підйому води зі свердловин.

В складних умовах експлуатації насоси можуть втрачати за місяць до 2-3 % від початкової продуктивності внаслідок фізичного спрацювання. Таким чином з часом за 10-12 місяців експлуатації артезіанська скважина може зменшити свою продуктивність на 20-36%. Вже при втраті більше 25% продуктивності таку скважину експлуатувати економічно недоцільно, і слід зупинити на ремонтні роботи для заміни насосного обладнання.

Замулювання піском може відбуватися при невірному виборі сітки або дроту фільтра; невірної установки фільтра; пошкодженнях на фільтрах; спрацювання самого фільтру, яке відбувається великими швидкостями руху води або руйнування робочої поверхні фільтру внаслідок хімічної або електрохімічної корозії.

Особливим видом погіршення роботи скважини є погіршення якості води. Причинами частіше мложуть бути: невірна конструкція ствола скважини, відхилення від проекту при бурінні і недотримання технічних умов, поганий стан зон санітарної охорони, спрацювання обсадних трубопроводів.

Роботу артезіанської скважини, яка виходить з ладу досліджують за допомогою гідрогеологічних методів за допомогою яких визначають причини погіршення роботи скважини та розробляють заходи щодо удосконалення роботи.

*Обстеження споруд.*

Обстеження підземних водозаборів здійснюється у декілька етапів:

- збирають та аналізують документацію по бурінню, відкачкам, монтажу водопідйомнику, експлуатації свердловини, аналізам води, здійсненим раніше ремонтам, обстеженням і т.д.;

- за паспортом свердловини звіряють місце розташування, назву організації, що бурила свердловину, спосіб буріння, абсолютну відмітку поверхні землі; - аналізують геологічний розріз, зразки порід, конструкцію свердловини;

- отримані матеріали зіставляють з гідрогеологічними даними по району; - поточнюють відомості про фільтрову колону: довжину і діаметри надфільтрової та робочої частини, відстійника, діаметр отворів і матеріал каркасу, сітки та дроту, назву та номер сітки або діаметр та крок дроту, крупність та товщину гравійної обсіпки, висоту, спосіб засипки, конструкцію сальника та пробки;

- поточнюють статичний рівень (СР) води, дебіт, пониження, питомий дебіт при дослідному відкачуванні та в період її експлуатації.

- систематизують відомості по експлуатації свердловини: час експлуатації, перерви в роботі насосу, причини зупинок і т.д.

Потім здійснюють попереднє обстеження свердловини в натурі. Визначають марку насосу, його технічний стан, наявність та стан системи контролю та управління, арматуру, обв'язку свердловини. Оглядають устя свердловини, перевіряють цементацию міжтрубного простору, встановлюють, як часто промивають резервуари чистої води, беруть пробу осаду з нього на аналіз (можлива наявність піску).

Найбільш розповсюдженими методами діагностики та дослідження скважин являються:

- *Застосування телекамер для моніторинга скважин.* Для огляду і візуального контролю підводних споруд глибиною 100м і більше, обсадних труб і фільтрів скважин середніх і малих діаметрів застосовують телекамери малих габаритів. Для дослідження глибоких скважин, шахтних колодязів, водопровідних мережі застосовують спеціальну телевізійну установку.

- *Гелієва зйомка водоносних горизонтів.* За допомогою зйомки здійснюється постійний моніторинг водоносних горизонтів, які розташовані на різних глибинах. При наявності гідравлічного зв'язку між водоносними горизонтами спостерігаються різні концентрації гелію.

- *Витратомірний спосіб.* Для спостереження скважин застосовують прилад, яким вимірюють витрату води і визначають напрям осьового потоку. Витратоміри дозволяють визначати стан обсадних трубопроводів скважини,

визначати глибину залягання та потужність водоносних горизонтів нових скважин, досліджувати роботу фільтрів.

➤ **Бурові свердловини.**

За отриманими при обстеженні даними виконують перевірочний розрахунок системи «свердловина – споживач». Знаючи матеріал труб, діаметри, фактичний опір труб, будують п'єзометричну лінію та порівнюють її з даними манометричної зйомки. Оцінюють правильність підбору насосів, необхідність регулювання їх роботи, взаємовпливу свердловин. Удосконалення водозабірних свердловин може бути досягнуто як шляхом відновлення дебіту діючих, так і будівництва нових свердловин. В процесі експлуатації водозабірних свердловин питомий дебіт їх може зменшуватись. Це відбувається внаслідок наступних можливих причин:

- заростання отворів у фільтрі та пор в оточуючому фільтр водоносному шарі солями заліза, кальцію або біологічною плівкою;
- механічного заклинювання цих отворів частинками, більш дрібними, ніж основна маса водоносної породи;
- зниження статичного рівня через збільшення загального відбору води з водоносного пласту заново побудованими свердловинами;
- надходження води з водоносного пласту, що експлуатується, в ті, що не експлуатуються через тріщини у заробці затрубного та міжтрубного простору або через свищі, що утворились в обсадних трубах в результаті їх корозії;
- зміни характеристик насосного обладнання.

Погіршення якості води у більшості випадків відбувається в результаті порушення режиму в зоні санітарної охорони; через надходження забруднених поверхневих вод, що проникають у водоносний пласт. Якщо в процесі експлуатації виявлено погіршення мікробіологічних показників якості води, свердловину дезінфікують та виявляють джерела забруднення води. Для усунення більш стійких забруднень очищують труби та насосне обладнання і обробляють надводну та підводну частини свердловини розчином хлорного вапна (концентрацією до 50 мг/л), який вводять по заливочним трубам.

*Методи відновлення:*

➤ *Імпульсні методи* засновані на створенні всередині фільтру та прифільтровій зоні миттєвого перепаду тиску, що призводить до ударних навантажень різної інтенсивності, що утворюють фільтраційні потоки попереминого напрямку. Сумісна дія ударних та фільтраційних сил здійснює руйнівний ефект на кольматант, що цементує отвори фільтрів та прифільтровий простір. Регенерація свердловин за цими методами здійснюється вибухом торпед з детонуючого шнуру, електрогідравлічним ударом, пневмовибухом та іншими способами. Вибухові методи очищення фільтрів та свердловин застосовують при закладанні їх в міцних тріщинуватих породах, а також при заростанні фільтрів щільними, міцними осадами, в яких переважають карбонати та солі кремнієвих кислот. Під дією вибуху торпеди з детонуючого шнуру в зоні фільтру та в зоні водоприймальної частини безфільтрової свердловини утворюються великі тріщини,

а в результаті обвалення породи збільшується діаметр водоприймальної частини свердловини. Рекомендується використання вибухового методу в свердловинах не більше 3 разів через небезпеку руйнування фільтру та виходу свердловини з ладу [2].

Електрогідравлічна обробка ґрунтується на руйнуванні та видаленні кольматуючих відкладень хвилями, що виникають при імпульсних та електричних розрядах. Для цього використовуються спеціалізовані установки, що забезпечують створення електрогідравлічного удару за довжиною фільтру з тиском до 5-6 МПа. Пневмоімпульсна дія здійснюється спеціальними установками, що утворюють за допомогою стисненого повітря (при високому тиску повітря) в стволі свердловини хвилі підвищеного тиску інтенсивністю до 4 МПа та фільтраційні потоки з високими градієнтами. Імпульсні методи регенерації дозволяють відновити продуктивність свердловин до 40-60% від початкової при міжремонтному періоді в умовах подальшої експлуатації не менше 1 року.

*Реагентні методи* обробки свердловин ґрунтуються на використанні реагентів, що сприяють розчиненню кольматантів у фільтрі та прифільтровому просторі. Вони дозволяють домогтись практично початкової продуктивності свердловин. Ефективний і надійний реагент вибирають після аналізу складу осадів, які відкладаються на водопровідних трубах, занурених насосах і внутрішній поверхні обсадних труб. Найбільш розповсюдженим реагентом являється соляна кислота, в яку для надання їй антикорозійних якостей часто вводять інгібітори (ПБ-5, сіль миш'яку і т.п.).

Для обробки свердловин, які обладнані фільтрами, стійкими до НСL, соляна кислота може використовуватись без інгібіторів. Оптимальна концентрація соляної кислоти для розчинення залістих осадів знаходиться в межах 20-25%. Для підвищення ефективності обробки свердловини в розчин концентрованої соляної кислоти рекомендується вводити добавки поліфосфатів  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  в кількості 1-1,5%. При обробці свердловини необхідно враховувати об'єм води, який знаходиться в її стволі, розбавлення в якому зменшує концентрацію початкового розчину.

Об'єм розчину соляної кислоти, який заливається в свердловину з концентрацією  $C_{\text{поч}}$  для розбавлення до оптимальної концентрації  $C_{\text{опт}}$  визначається за формулою:

$$W_p = \frac{C_{\text{опт}} \times W_v}{C_{\text{поч}} - C_{\text{опт}}}, \quad (1.2)$$

де  $W_v$  - об'єм води в стволі свердловини,  $\text{м}^3$ .

Загальна кількість кислоти, яка заливається в свердловину, залежить від кількості заліза  $G$ , що його необхідно видалити із свердловини:

$$W_{\text{заг}} = 5,1G$$

Вельми ефективним методом солянокислої обробки свердловини являється циклічне витискування кислоти за контур фільтру і прифільтрової зони з використанням стиснутого повітря.

Для регенерації свердловини даним методом необхідно наступне обладнання: компресор з подачею 3-6 м<sup>3</sup>/хв, пересувна ємність для доставки розчину кислоти до свердловини, труби для заливки, оголовок для герметичного закриття устя свердловини, з'єднувальні гофровані гумові шланги, манометр та інше. Схема установки для регенерації свердловин приведена на рис. 1.4

Після монтажу обладнання зібрану систему випробовують на герметичність під тиском не менше 0,1МПа, потім в свердловину заливають розчин самопливом або закачують його кислотостійким відцентровим насосом. В кожний цикл обробки входять операції:

- заливка необхідної кількості розчину кислоти;
- закачка повітря для витиску рівня води до розрахункової позначки з метою витиснення розчину кислоти в прифільтрову зону, для чого закривають вентиль на трубі 2 і відкривають на трубі 1;
- витримка під тиском на протязі 3-5 хвилин для розчину заліза;
- видалення продуктів реакції із свердловини і встановлення рівня води, для чого відкривають вентиль на скидній трубі і витримують на протязі 5-10 хвилин. Після цього цикл повторюється. Кількість циклів при обробці звичайно складає 8-10, а час обробки не більше 2 годин.

Після реагентної обробки труби для заливки розчину кислоти використовуються в якості водопідйомних при ерліфтній прокачці свердловини для видалення із стволу і прифільтрової зони шламу, розчинених кольматуючих з'єднань і залишків кислоти, які не прореагували.

- В свердловинах господарсько-питного призначення в кінці відкачки відбирають проби на хімічні і бактеріологічні аналізи води. Підключення свердловин в водопровідну мережу після регенерації дозволяється тільки після висновку органів санітарного нагляду про відповідність якості води нормам. Ефективність регенерації свердловин оцінюють шляхом співставлення її питомих дебітів до і після обробки.

- *Дезінфекція водозабірних свердловин.* Виконується в тих випадках, коли після промивки якість води за бактеріологічними показниками не відповідає нормативним вимогам.

Дезінфекція проводиться в два етапи: спочатку надводної частини свердловини, потім - підводної. Для знезараження надводної частини у свердловині вище за верхній рівень водоносного обрію необхідно влаштувати пневматичну пробку, вище за якої свердловину заповнити розчином хлорного вапна або іншого хлорутримуючого реагенту з концентрацією активного хлору 50-100 мг/л залежно від ступеню передбачуваного забруднення. Через 3...6 годин контакту слід пробку видалити й за допомогою спеціального змішувача ввести хлорний розчин у

підводну частину свердловини з таким розрахунком, щоб концентрація активного хлору після змішення з водою була не менш 50 мг/л.

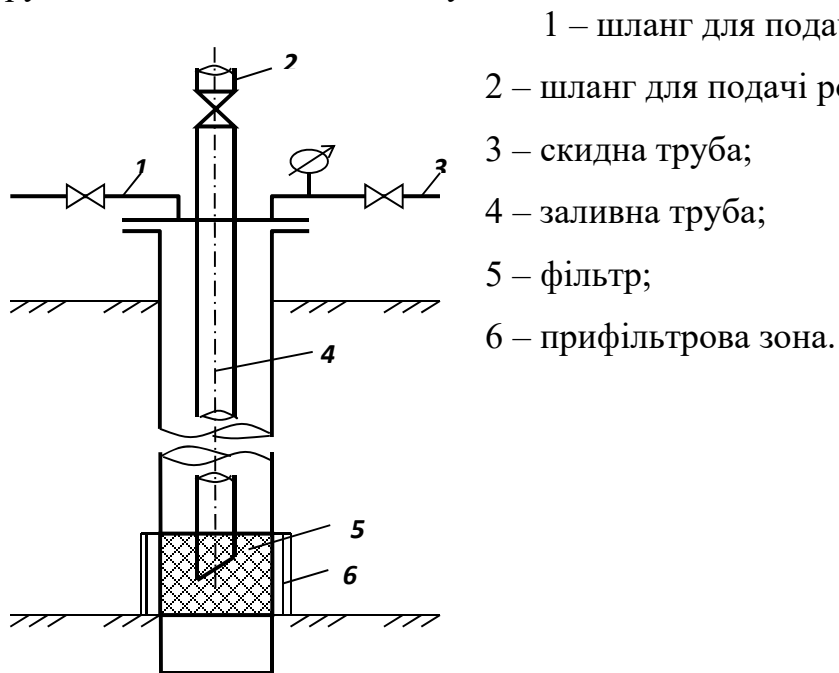


Рисунок 1.4 – Схема установки для регенерації свердловин

➤ Комбінований імпульсно-реагентний (вібраційно-реагентний) метод відновлення дебіту свердловин заснований на дії на кольматант реагенту у поєднанні з його гідродинамічною обробкою. Наведені вище методи обробки свердловин дозволяють домогтися високих показників відновлення їх продуктивності – до 70% відносно початкової та значного збільшення дебіту

У випадку сифонного водозабору (рис. 1.5) в першу чергу необхідно перевірити можливість роботи системи при збільшенні витрати. Розрахунок проводиться в такій послідовності:

а) Визначається або призначається (якщо колодязі однакові) витрата води з кожного колодязя, виходячи з загальної розрахункової витрати  $Q_p$ ;

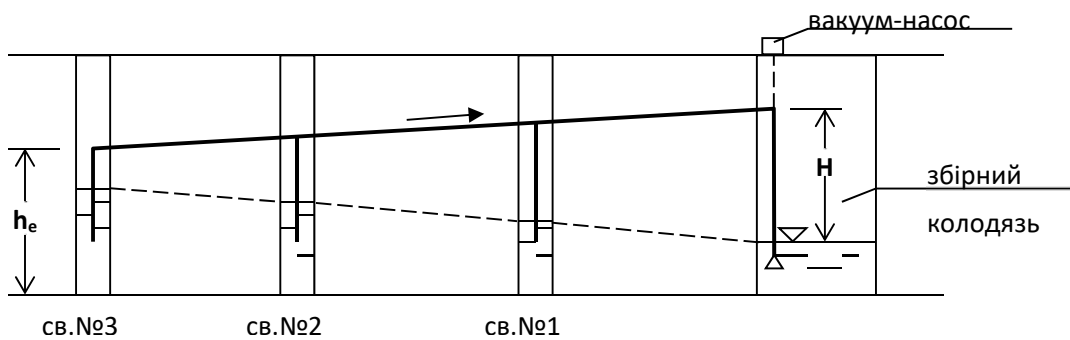


Рисунок 1.5 – Схема сифонного водозабору

б) Обчислюється зниження статичного рівня води в кожному колодязі з урахуванням їх взаємного впливу:

$$h_i = h_e - \sqrt{h_e^2 - \frac{1}{\pi K_\phi} \sum_{i=1}^n Q_i N_{ij}} \quad \left( \begin{array}{l} i=1,2,3,\dots,n \\ j=1,2,3,\dots,n \end{array} \right), \quad (1.3)$$

де  $h_e$  – глибина рівня води в свердловині від водонепроникненого шару до статичного рівня, м;

$N_{ij}$  – гідравлічний опір, який обчислюється для кожного  $i$ -го розглядаемого колодязя за формулами:

- для колодязів, які забирають воду в ізольованих необмежених шарах,

$$N_{i,j} = \ln 1,65 R / r, \quad (1.4)$$

- для колодязів, які розміщено в долинах річок,

$$N_{i,j} = \ln 3,3 x_0 / r, \quad (1.5)$$

де  $x_0$  – відстань від вісі свердловини до урізу води в річці, м;

$r$  – радіус свердловини, м;

$R$  – радіус впливу.

Для кожного з інших  $j$ -их колодязів гідравлічний опір визначається:

- при заборі води з ізольованих необмежених шарів

$$N_{i,j} = \ln R / l_{i,j}, \quad (1.6)$$

- з колодязів в долинах річок

$$N_{i,j} = \ln \rho_{i,j} / r_{i,j}, \quad (1.7)$$

де  $l_{i,j}$  – відстань між колодязями, м;

$r_{i,j}$  і  $\rho_{i,j}$  – величини, які обчислюються за формулами:

$$r_{i,j} = \sqrt{(x_{oi} - x_{i,j})^2 + y_{i,j}^2}, \quad (1.8)$$

$$\rho_{i,j} = \sqrt{(x_{oi} + x_{i,j})^2 + y_{i,j}^2}, \quad (1.9)$$

де  $x_{i,j}$  і  $y_{i,j}$  – координати  $j$ -ої свердловини відносно розглядаємої  $i$ -ої свердловини

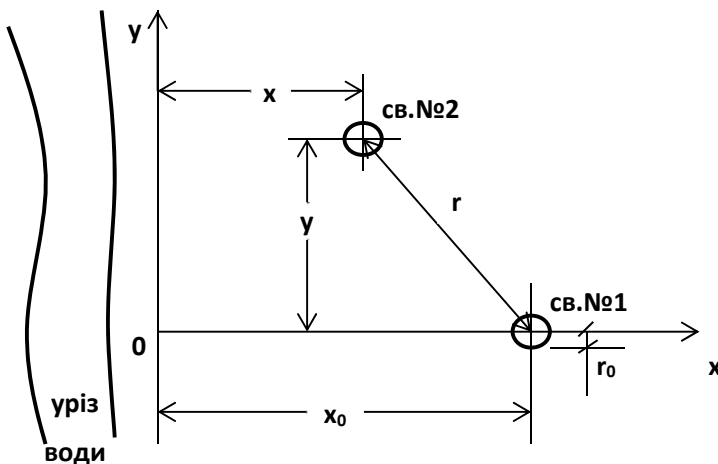
в) Визначається глибина води в збірному:

$$H = H_\Phi - H_\Gamma - (S_\Phi + S_\kappa + S_\epsilon) \left( \sum_{i=1}^n Q_i \right)^2, \quad (1.10)$$

де  $H_\Gamma$  – геометрична висота підйому води від статичного рівня води в водоносному шарі до рівня води в баці башти (резервуару), куди подає її насосна станція із збірної камери;

$H_\Phi$  і  $S_\Phi$  – параметри аналітичної характеристики Q-H насоса чи групи насосів;

$S_\kappa$  і  $S_\epsilon$  – опір комунікацій насосної станції і напірного водоводів відповідно.



**св.№1** –  $i$ -та свердловина, яка розглядається;

**св.№2** – свердловина, яка взаємодіє з св.№1.

Рисунок 1.6 – Схема геометричних зв'язків свердловин



г) Обчислюються умовні опори всіх загальних ділянок водоводів для кожного і-го з  $n$  колодязів, виходячи з системи рівнянь:

$$S_{e1} = \left( \sum_{i=1}^n Q_i \right)^2 S_I / Q_I^2, \quad (1.11)$$

$$S_{e2} = \left( \sum_{i=1}^n Q_i \right)^2 S_I + \left( \sum_{i=1}^n Q_i - Q_I \right)^2 S_{II} / Q_2^2, \quad (1.12)$$

$$S_{en} = \left( \sum_{i=1}^n Q_i \right)^2 S_I + \left( \sum_{i=1}^n Q_i - Q_I \right)^2 S_{II} + \dots + Q_n^2 S_n / Q_n^2, \quad (1.13)$$

де  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  - витрати води з кожної свердловини, які необхідно визначити, л/с;

$\sum_{i=1}^n Q_i$  – загальна (сумарна) витрата води з усіх свердловин;

$S_I, S_{II}, \dots, S_n$  - повний опір відповідних загальних ділянок.

д) Уточнюються витрата води з кожного колодязя за формулою

$$Q_i = \sqrt{\frac{H - h_i}{S_{vi} + S_{ki}}}, \quad (1.14)$$

де  $S_{ki}$  – опір комунікацій в кожному колодязі;

$h_i$  – глибина води в і-й свердловині від статичного рівня.

е) Перевірити для всіх колодязів виконання умови

$$|Q_{i(k)} - Q_{i(k+1)}| - \Delta Q \leq 0.$$

Якщо для якогось колодязя ця умова не виконується, то розрахунки продовжуються, починаючи з п.б. і приймаючи за розрахункові витрати  $Q_{i(k+1)}$ , які були отримані в попередньому циклі наближень.

➤ **Променеві водозабори.** Практика експлуатації промневих водозаборів показала їх високу експлуатаційну надійність та простоту обслуговування. Багато з цих водозаборів добре працюють на протязі тривалого періоду часу, та їх дебіт за цей час не зменшився. Разом з тим нерідко мають місце випадки зменшення дебіту промневих водозаборів в процесі їх експлуатації у порівнянні з початковим. Основними причинами зменшення дебіту промневих водозаборів являються:

- замулення або кольматація русла ріки у місці розташування променів;
- занос фільтрових труб піском;

- заростання променів солями кальцію, заліза, марганцю та іншими хімічними з'єднаннями.

Заростання або кольматація русла ріки є головною причиною зменшення дебіту інфільтраційних променевих водозаборів. Так, досвід експлуатації підруслового водозабору променевого типу системи водопостачання м. Варшави, спорудженого під руслом ріки Вісла, показав, що за 10 років продуктивність водозабору знизилась з 150 тис. м<sup>3</sup>/добу до 100 тис. м<sup>3</sup>/добу в основному за рахунок кольматації русловими відкладеннями. Інші променеві водозабори, побудовані в Німеччині, також показали значне зниження дебіту в процесі експлуатації.

Заходи по боротьбі з кольматацією дна ріки досить складні та трудомісткі.

Для цієї мети застосовують очистку русла з використанням земснарядів, спеціальні водоструминні пристрої та розпушувачі дна. Крім цього, прибігають до зміни гідрогеологічного режиму ріки або зменшенню інтенсивності забору води інфільтраційними променями. Якщо перераховані методи не дають помітного результату застосовують штучне поповнення ґрунтових вод.

Занос піском фільтрових труб в меншому ступені впливає на продуктивність променевих водозаборів. Однак, потрапляючи з фільтрових труб в колодязь, пісок може негативно впливати на роботу встановленого в ньому насосного обладнання. Крім того, він заважає щільному закриттю засувок, забиває водовідвідні труби, зменшуючи тим самим їх пропускну здатність, а також заклинає частину щілин. При цьому зростає опір променів, що призводить до пониження рівня води в колодязі.

Існує декілька причин заносу піску в фільтрові труби:

- при здійсненні робіт по прокладанню променів не встигають здійснити видалення піску з оточуючого фільтрову трубу ґрунту;
- при дуже інтенсивному відкачуванні води з колодязя відбувається суфозія ґрунту та мілкі частинки піску потрапляють у фільтрову трубу;
- прийнятий метод горизонтальної проходки по влаштуванню променів не прийнятний для даного ґрунту.

Очистку фільтрових труб від піску виконують порівняно успішно введенням в них промивної труби з наконечником. При цьому сильним струменем води пісок розмивається та виноситься в колодязь.

Заростання фільтрових труб солями різних хімічних з'єднань відбувається в результаті відкладання на стінках та в щілинах фільтрових труб солей кальцію, заліза, марганцю та ін. Як правило, заростання посилюється, якщо течія ґрунтових вод носить турбулентний характер, а також при наявності вільного кисню. Коли вода проходить через отвори фільтру з великою швидкістю, то внаслідок значного перепаду тиску ззовні та всередині фільтру з води виділяється деяка частина розчиненого в ній вуглекислого газу, що тягне за собою перетворення бікарбонатів в менш розчинені карбонати. В результаті відбувається їх осідання не тільки на поверхні та в щілинах фільтрової труби, але і в порах ґрунту, що оточує фільтр.

➤ **Шахтні колодязі.** Шахтні колодязі у порівнянні з водозабірними свердловинами мають більші розміри поперечного перетину та застосовуються для забору підземних вод, що залягають на порівняно невеликій глибині до 30м. Зниження дебіту шахтних колодязів в процесі їх експлуатації може відбуватись в результаті механічної та хімічної кольматації водоприймальної частини. Для відновлення продуктивності шахтних колодязів застосовують реагентні та комбіновані методи регенерації, що були описані раніше.

Основними причинами погіршення експлуатації водозаборів з поверхневих джерел виникає у наступних випадках:

- занос оголовку наносами, шугозатори;
- забруднення сміттєзатримуючих ґрат, сіток, пористих касет;
- відкладання донних наносів на напірних лініях;
- незадовільна робота насосів, що викликана невірним їх підбором (наприклад, без врахування добової нерівномірності), кавітацією і т.п.;

Можливо виділити два напрямки інтенсифікації роботи водозабірних споруд:

- поліпшення умов роботи і зменшення ступеню негативного впливу природних та інших факторів;
- заміна елементів водозабірних споруд.

Аналіз роботи реальних водозаборів з поверхневих джерел дозволяє сформулювати наступні основні проблеми, що підлягають рішенню для поліпшення її роботи:

- збільшення пропускної здатності водоприймачів при зниженні їх забруднювання;
- удосконалення методів рибозахисту в напрямку їхньої надійності і ув'язування з технологією забору води;
- забезпечення стійкої роботи водозаборів протягом року;
- спрощення експлуатації ґрат і сіток;
- удосконалення методів видалення осаду з прийомного відділення і відділення всмоктувальних труб берегового колодязя;
- удосконалення конструктивних рішень берегових колодязів;
- удосконалення затоплених водоприймачів руслових водозаборів;
- підвищення ефективності промивань самопливних і сифонних ліній;
- розробка ефективних методів кріплення самопливних і сифонних ліній для виключення їх спливання в аварійних умовах;
- удосконалення технології монтажних-такелажних робіт у водозаборах сумісного типу;
- удосконалення технічного забезпечення зон суворого режиму.

Для з'ясування причин зниження продуктивності водозабірних споруд проводять їх обстеження та аналіз. Для цього спочатку докладно вивчають технічну документацію, що є в наявності, виконавчу проектну зйомку, журнали експлуатації, наявність інструкцій по експлуатації та регламенту споруд. Аналізують частоту промивань ґрат, сіток, напірних ліній; якість

промивань; частоту та повноту видалення осаду з приймального відділення; зміну глибин у оголовку; якість води; коливання рівнів води в річці та колодязі; аварії та їх причини; сумісні характеристики насосів та водоводів; режим роботи НС-1 за сезонами. Крім цього, вивчають гідрологічний режим джерела водопостачання, рух наносів та шуги в створі водозабору.

Після цього проводять обстеження водозабору, що включає:

- огляд (при необхідності водолазом) водоприймальних отворів оголовку, виміру навколо нього глибини;
- апробація роботи встановленого в колодязі обладнання: сіток, промивання сіток та подаючих ліній, ежектору або насосу для видалення осаду (можливість змучування осаду), а також контрольно-вимірювальних приладів (КВП);
- замір рівнів води в річці, приймальному та всмоктуючому відділенні при одночасному замірі подачі насосів.

Після цього будують сумісну характеристику насосів та водоводів, виконують перевірочний розрахунок та порівнюють розрахункові та фактичні опори подаючих ліній та водоводів. Потім визначають нерозмиваючі швидкості для оголовків та незамулюючі для подаючих ліній з урахуванням дисперсійного складу наносів. При необхідності здійснюють промивання та знову повторюють заміри. Після цього намічають заходи по підвищенню продуктивності водозабірних споруд.

Також може розглядатися варіант будівництва додаткових водоприймальників та сифонних ліній. Що дозволить збільшити надійність роботи водозабірної споруди та попередити повну зупинку водозабору.

У випадку коли неможлива подальша експлуатація руслових водозаборів із-за суттєвих змін істотних умов влаштовують ковшові водозабори. В ситуаціях, коли забір води у берегів береговим водозабором становиться неможливим із-за інтенсивного відкладення наносів, зниження рівня води в річці та виникнення інших проблем експлуатації, можливо облаштування руслового затопленого водоприймальника.

При аналізі роботи водозаборів в екстремальних умовах перевіряється:

- допустимість зміни витрати, яка подається;
- допустимість зниження рівня води в береговому колодязі;
- максимально можлива подача насосної станції I підйому при аварії;
- виключення спливання самопливних ліній.

При перевірках рівнів води в відділеннях водозаборів розрахунки ведуться на розрахункову витрату

$$q_p = \alpha q_v, \quad (1.15)$$

де  $\alpha$ - допустимий коефіцієнт зниження витрати при аварії (для господарсько-питних систем водопостачання, а для промислових підприємств - на основі вимог технологів).

Позначки рівнів води в береговому колодязі визначаються за формулою

$$z_i = z_{вих} - h_i, \quad (1.16)$$

де  $z_{вих}$  – вихідна позначка рівня води;

$h_i$  – втрати напору на шляху від вихідного до  $i$ -го рівня.

Зниження величини витрати, яка подається, перевіряється в залежності від кількості ґрат чи сіток, які відключаються чи вийшли з ладу. Відключення частини ґрат або сіток приводить до перевантаження тих, які знаходяться в роботі. При цьому швидкість в них зростає. Цю швидкість можна визначити за формулою:

$$v = 1,25Q_p K / \Omega_{\text{бр}}, \quad (1.17)$$

де  $Q_p$  – розрахункова витрата води,

$K$  – коефіцієнт, який враховує стиснення отворів стержнями ґрат або сіток:

- для ґрат

$$K = (a + d) / a \quad (1.18)$$

- для сіток

$$K = ((a + d) / a)^2 \quad (1.19)$$

Якщо швидкість зростає надмірно, треба знижувати витрати до величини  $Q_{ав}$

$$Q_{ав} = \Omega_{\text{бр}} v_{\text{дон}} / (1,25 K), \quad (1.20)$$

де  $v_{\text{дон}}$  – допустима швидкість в аварійних умовах.

Максимально можлива подача насосної станції I підйому в аварійних умовах визначається шляхом аналізу положення робочих точок насосів при різних аварійних ситуаціях на насосних агрегатах і комунікаціях.

Перевірка неспливання самопливних ліній виконується за умовою:

$$\rho_v W_{cl} < \rho_{tr} W_{tr} + \rho_{zp} W_{zp} + \rho_v W_v + \rho_{нов} W_{нов}, \quad (1.21)$$

де  $\rho_{tr}$ ,  $\rho_{zp}$ ,  $\rho_v$ ,  $\rho_{нов}$  – щільність труби, ґрунту, води, повітря відповідно;

$W_{tr}$ ,  $W_v$ ,  $W_{нов}$  – об'єм металу, води, повітря в самопливній лінії;

$W_{cl}$  – об'єм самопливної лінії;

$W_{zp}$  – об'єм ґрунту, який прикриває самопливну лінію.

Збільшення різниці рівнів води в джерелі водопостачання та колодязі у порівнянні з початковими значеннями, а також винос осаду в колодязь свідчить про засмічення оголовку та подаючих ліній. Якщо у водоприймальних отворах оголовку встановлені решітки, їх очистку здійснюють граблями з човну або з льоду (в зимовий період). У випадках, якщо в оголовку встановлені пористі касети, їх промивають таким же чином, як і подаючі лінії – зворотнім током води від насосів насосної станції першого підняття.

При заносі оголовку наносами здійснюють його промивання водоповітряною сумішшю, гарячою водою. При необхідності влаштовують щити, що регулюють річковий потік та рух наносів.

При вмерзанні оголовку у лід влаштовують кругову запань з дерев'яних коробів, яку зверху перекривають матами, соломою, снігом. Така ж запань може слугувати і для захисту від шуги.

Сифоні лінії та оголовок промивають зворотнім током води. Однак, якщо ефективність зворотного промивання недостатня, застосовують імпульсне промивання. [3].

***Контрольні питання:***

1. Назвіть причини зміни продуктивності свердловин.
2. Які методи усунення цих причин відомі?
3. Перелічте причини погіршення якості води, що забирається підземним водозабором.
4. Які методи покращення якості води існують сьогодні?
5. Як за результатами обстежень визначити причину зміни продуктивності водозабору?
6. Надайте коротку характеристику методів відновлення продуктивності свердловин.
7. Перерахуйте роботи, що виконуються при обстеженні водозабору.
8. Як визначити необхідність промивання подаючих ліній та оголовку?