

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та
природокористування

Кафедра водопостачання, водовідведення та бурової справи

03-06-120М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять та самостійної роботи
з навчальної дисципліни «**Інтенсифікація і реконструкція
систем водопостачання**» для здобувачів вищої освіти
другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною
програмою «Водопостачання та водовідведення»
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
всіх форм навчання
Частина 1

Рекомендовано науково-
методичною радою з якості
ННІБА
Протокол № 2 від 1.10.2020 р.

Рівне – 2020

Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Інтенсифікація і реконструкція систем водопостачання» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Водопостачання та водовідведення» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» всіх форм навчання. Частина 1 [Електронне видання] / Шадура В.О. – Рівне : НУВГП, 2020. – 38 с.

Укладач: Шадура В. О., к.т.н., доцент кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Відповідальний за випуск – Мартинов С. Ю., д-р. техн. наук, професор, завідувач кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Керівник групи забезпечення спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» – Бабич Є. М., д-р. техн. наук, професор.

© Шадура В. О., 2020
© НУВГП, 2020

Зміст

ВСТУП.....	4
I ПРАКТИЧНІ РОБОТИ.....	5
Практична робота №1 Визначення фактичних гідравлічних опорів водоводів та водопровідних мереж....	5
1.1 Прилади та обладнання для проведення досліджень на діючих системах водопостачання.....	6
1.2. Проведення манометричної з'йомки водопровідної мережі.....	7
1.3. Визначення фактичних гідравлічних опорів труб ділянок водопровідної мережі.....	9
1.4. Визначення фактичних гідравлічних опорів труб ділянок водоводу.....	10
Практична робота №2 Визначення причин зниження продуктивності свердловин за зміною стану вимірюваних параметрів.....	15
2.1. Основні ознаки причин зниження продуктивності свердловин.....	16
Практична робота №3 Конструкції компактних сітчастих установок. Підбір їх вихідних параметрів для рибоза-хисту і попереднього очищення води	21
1.1. Підбір вихідних конструктивних і швидкісних параметрів сітчастих струменереактивних фільтрів для рибозахисту і попереднього очищення води.....	21
Практична робота №4 Розрахунок промивної системи ССФ за енергоощадною методикою.....	27
II САМОСТІЙНА РОБОТА.....	37
РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА.....	38

ВСТУП

Проблема водозабезпечення населення та всіх галузей економіки є однією з найважливіших сучасних проблем. Для стабільного забезпечення споживачів високоякісною питною водою та зменшення її собівартості необхідно проводити реконструкцію та інтенсифікацію існуючих систем водопостачання.

В цих умовах усе більшого значення набувають питання ресурсозбереження, що для систем водопостачання означає раціональне використання питної води, зменшення її втрат, економія матеріалів та енергоресурсів. Вирішення цих питань можливе шляхом інтенсифікації роботи водопровідних споруд, підвищення їх технічної надійності та економічності. Ресурсозбереження в системах водопостачання залежить в основному від складу водопровідних споруд та інтенсифікації їх роботи.

Шляхи ресурсозбереження починаються від споруд забору води із природних водних джерел (поверхневих чи підземних) до споживачів цієї води. На цих шляхах існує велика кількість резервів для інтенсифікації роботи водопровідних споруд: часткове очищення води безпосередньо у водному джерелі; застосування високоефективних технологій підготовки води; оптимізація складу споруд та режимів їх роботи; зменшення втрат води та її раціональне використання; оптимізація сумісної роботи насосних станцій, водопровідної мережі та напірно-регулювальних споруд тощо.

Особливу увагу приділено питанням причин незадовільної роботи всіх споруд водопостачання, оптимізації роботи кожної споруди та системи в цілому, підвищенню ефективності роботи, поліпшенню якості очищення води.

I ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

Практична робота №1

Визначення фактичних гідравлічних опорів водоводів та водопровідних мереж.

Теоретична частина

Існуючі системи водопостачання знаходяться в динамічному стані через безперервні зміни водоспоживання з мережі і характеристик водопровідних ліній та споруд. Це вимагає при складанні проектів реконструкції таких систем враховувати реальні робочі характеристики споруд.

Інтенсифікувати роботу водопроводів, зокрема, найбільш складної і коштовної їх частини - системи подачі і розподілу води (СПРВ), можна шляхом зменшення витрат електроенергії, що витрачаються на підняття води, зниження нераціональних відборів води і витоків, зменшення числа аварій та пошкоджень на водопровідних спорудах і мережі, оптимізації сумісної роботи гідравлічно взаємодіючих споруд.

Досвід експлуатації та натурні дослідження діючих СПРВ показують, що пропускна спроможність трубопроводів, особливо металевих, значно зменшується (їх гідравлічні опори в процесі експлуатації збільшуються, як правило, в 2...7 разів в порівнянні з початковими). Вони залежать від діаметра і матеріалу труб, ґрунтових умов, якості води, напору в трубах, терміну експлуатації. Причиною збільшення опорів трубопроводів можуть бути такі фактори, як утворення на внутрішніх поверхнях труб відкладень різного характеру, стан справності і ступінь відкриття запірно-регулювальної арматури, наявність в трубах сторонніх предметів або значної кількості повітря..

Для визначення фактичних характеристик водоводів і ліній водопровідних мереж проводять їх контрольні випробування..

Контрольні випробування водопровідних ліній проводяться з метою визначення їх технічного стану (пропускної спроможності, напорів, місць і величини витоків). Підлягають випробуванню водоводи, магістральні і розподільчі лінії водопровідної мережі. В тих випадках, коли під час випробування неможливе використання постійного обладнання систем водопостачання (насосного, водомірного тощо), застосовують пересувні установки.

В ході контрольних гідравлічних випробувань проводяться наступні роботи:

- манометрична зйомка;
- вимір гідравлічних опорів трубопроводів;
- контрольні вимірювання на витік;
- зняття фактичних характеристик насосів.

1.1 Прилади та обладнання для проведення досліджень на діючих системах водопостачання.

Для вирішення цілого комплексу задач, що направлені на ліквідацію перерви у функціонуванні систем водопостачання необхідний комплект приладів та обладнання, які дозволяють встановити фактичні параметри водопровідних споруд та умови їх роботи.

Для одночасної фіксації напорів у трубопроводах водопровідної мережі, на насосних станціях і у споживачів використовують манометри-самописці (зокрема, типу МТС – 712 з межами вимірювання 0,4...1,6 МПа і класом точності 1,0). Перед дослідженнями манометри повинні пройти перевірки (в лабораторіях Держстандарту, на стендах, а також безпосередньо в місцях їх встановлення за допомогою зразкових манометрів типу МО класу точності 0,4). Манометри встановлюють вертикально на трьохходових кранах, а в недоступних місцях – за допомогою гнучких армованих шлангів.

Для вимірювання гідравлічних опорів трубопроводів використовують зразкові манометри класу точності 0,4 з

границями вимірів 0,4, 0,6, 1,0 та 1,6 МПа. Кожний із манометрів повинен пройти Держперевірку і мати відповідний сертифікат.

У процесі випробувань визначають:

- частоту обертів (портативним тахометром);
- подачу насоса (стаціонарним, чи портативним ультразвуковим вимірами);
- напори на вході і виході із насоса (мановакууметром та манометрами типу МО);
- температуру води (лабораторним термометром);
- споживану потужність електродвигуна насоса (стаціонарним ватметром);
- силу струму (стаціонарним амперметром) та напругу (стаціонарним вольтметром) – за відсутності стаціонарного ватметра.

Витрати води в трубопроводах виміряють, як правило, стаціонарними витратомірами (за їх наявності) та портативним ультразвуковими витратомірами (типу «Panametrix», «Взлет», «Днепр» та інші). Для цього витратоміру, вторинний прилад якого по суті є портативним комп'ютером, задають різні інтервали часу для фіксації в його пам'яті миттєвих та інтегрованих витрат води (від секунд до години). Отримані дані вимірів роздруковують на портативному принтері, що є комплекті витратоміра, або окремим файлом переписують на «звичайний» комп'ютер для подальшої обробки засобами *Microsoft Office*.

1.2. Проведення манометричної з'йомки водопровідної мережі

Манометрична з'йомка проводиться для вимірювання напорів у водопровідній мережі (ВМ) та виявлення характеру зміни їх на протязі доби. Для цього на ВМ намічають характерні точки (в місця підключення крупних водоспоживачів та живлювачів мережі, перетину магістралей, характерних точок конфігурації мережі тощо), в яких

вимірюють фактичні напори за допомогою манометрів-самописців. Манометри встановлюють у водопровідних колодязях на стендерах або на приварених патрубках (штуцерах) через трьохходові крани. В розрахункових точках за допомогою нівелювання знаходять геодезичні позначки осі манометрів.

П'єзометрична позначка, м, в i -тому вузлі визначається за формулою

$$Z_{ni} = Z_{omi} + H_i, \quad (1.1)$$

де Z_{ni} – позначка осі манометра у вузлі, м; H_i – напір у вузлі, визначений за даними манометричної з'йомки ($H = 100 \frac{P}{\rho g}$,

де P – тиск, виміряний манометром у вузлі, МПа), м.

Позначка осі манометра у вузлі визначається за формулою, м

$$Z_{omi} = Z_{zi} - H_{omi}, \quad (1.2)$$

де Z_{zi} – позначка землі у вузлі (люк водопровідного колодязя), визначена при нівелюванні, м; H_{omi} – заглиблення осі манометра під позначку Z_{zi} землі, м.

За п'єзометричними позначками у вузлах визначають фактичний гідравлічний ухил ділянки за формулою

$$i_{2 \text{ факт}} = \frac{Z_n - Z_k}{l_{\text{геом}}}, \quad (1.3)$$

де Z_n, Z_k – п'єзометричні позначки у вузлах на початку і в кінці ділянки, м; $l_{\text{геом}}$ – геометрична довжина ділянки, м.

Порівнюючи фактичні гідравлічні ухили ділянок $i_{2 \text{ факт}}$ водопровідних ліній з табличними роблять висновок про ступінь навантаження цих ділянок при експлуатації мережі і в разі потреби вживають необхідні заходи.

1.3. Визначення фактичних гідравлічних опорів труб ділянок водопровідної мережі

При діаметрі труб $d \leq 300$ мм застосовують метод "двох манометрів", який має декілька модифікацій, що не відрізняються принципово одна від одної:

- із скиданням води через стендер із спеціальною насадкою;
- із скиданням води через гідрант;
- із скиданням води через декілька послідовно розташованих гідрантів.

Для проведення вимірювань вибирають ділянку водопровідної мережі $l = l_1 + l_2 \geq 50 \dots 100$ м, яка прокладена з труб одного матеріалу, діаметра та строку укладання і на якій знаходиться не менше, ніж 2...3 пожежні гідранти і справна засувка після них (рис.1.1).

При закритій засувці і відключенні всіх бічних підключень витрата води Q вимірюється водоміром з одночасною фіксацією показів манометрів М-1 і М-2. Вимірювання витрати води Q і показів манометрів М-1 і М-2 проводяться одночасно і тричі з наступним визначенням середньоарифметичних значень.

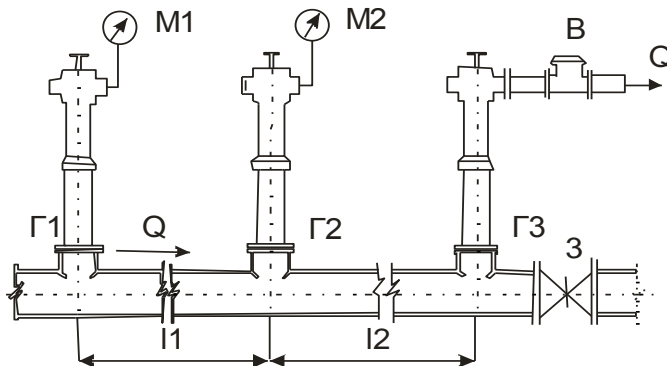


Рис.1.1. Схема дослідної ділянки водопровідної мережі за методом "двох манометрів": 1 - пожежний гідрант; 2 - стендер (або врізні патрубки з нарізаною різьбою без ПГ); 3 - манометри; 4 - насадка; 5 - водомір; 6 - засувка

Втрати напору h_{1-2} на ділянці l_1 визначаються за формулою

(1.4), а фактичний питомий опір на цій ділянці – за формулою (1.5).

$$h_{ij} = 100(C_i N_i - C_j N_j) + (Z_{оми} - Z_{омj}), \quad (1.4)$$

При діаметрі труб $d > 300$ м застосовують метод “трьох манометрів”. Для проведення вимірювань обирають ділянку $l = l_1 + l_2 \geq 100 \dots 200$ м з труб одного матеріалу, діаметра, на якій встановлено не менш ніж один ПГ (рис. 1.2).

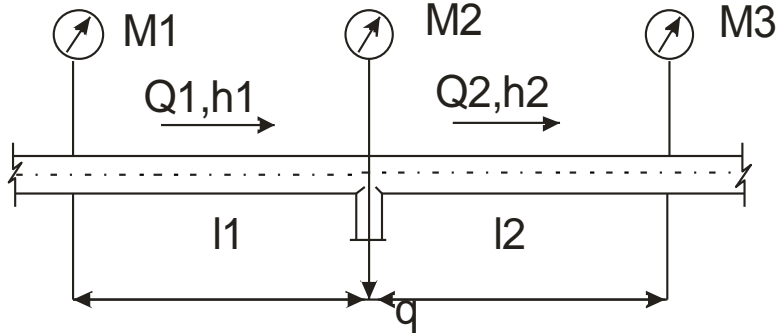


Рис. 1.2. Схема дослідної ділянки водопровідної мережі за методом "трьох манометрів" 1 - патрубки (або ПГ із стендерами); 2 - ПГ; 3 - стендер; 4 - манометри; 5 - насадка; 6 - водомір

Фактичний питомий гідравлічний опір ділянок визначається за формулою, c^2/m^6

$$A_{факт} = \frac{1}{q^2} \left(\sqrt{\frac{h_{1-2}}{l_1}} - \sqrt{\frac{h_{2-3}}{l_1}} \right)^2, \quad (1.5)$$

де h_{1-2} і h_{2-3} — врати напору на ділянках 1-2 та 2-3, які визначають за формулою (1.1). Вимірювання усіх величин проводяться тричі із визначенням середньоарифметичної величини.

1.4. Визначення фактичних гідравлічних опорів труб ділянок водоводу

Випробування проводять в наступній послідовності:

1. Досліджуваний водовід вздовж траси ділять на декілька ділянок (з різним діаметром, матеріалом труб, ґрунтовими

умовами, рельєфом). В межах ділянки діаметр і матеріал труб – однакові. Схема досліджуваного водоводу наведена на рис.1.3.

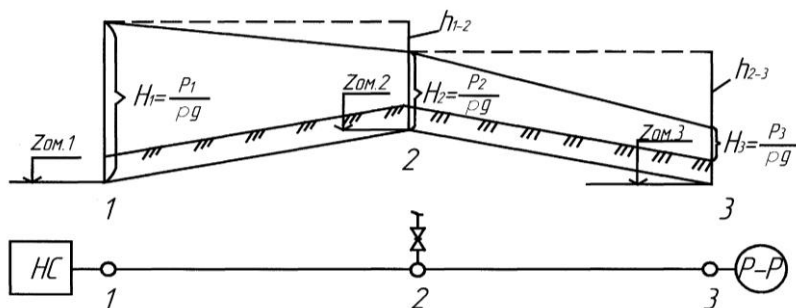


Рис.1.3. Схема досліджуваного водоводу

2. На початку і в кінці ділянок в оглядових колодязях на сталевих вставках приварюють патрубки з нарізаною різьбою М 20х1,5, на які за допомогою трьохходових кранів встановлюють манометри (вакуумметри, мановакуумметри). Такі ж патрубки з манометрами встановлюють в точках переламу траси у вертикальній площині. В журнал записують всі необхідні дані про вузли і ділянки (позначки землі Z_{om} , діаметри і матеріали труб тощо);

3. Проводять нівелювання траси з визначенням позначок осі манометрів Z_{om} у вузлах і вимірювання мірною стрічкою довжини ділянок. В журнал записують довжини ділянок та позначки осі манометрів Z_{om} .

4. При всіх відключених відгалуженнях вимірюють витрати по водоводу (витратомірами або об'ємним способом). Для визначення витрат об'ємним способом можна використовувати резервуари, з яких або в які вода подається по водоводу. При використанні резервуарів завчасно перевіряють їх герметичність (припиняють забір і подачу води в резервуар і спостерігають за зміною рівня. За 30 хв. Позначки рівнів не повинні змінюватись більш, ніж на 1 см).

В ході досліджень позначки рівнів в резервуарах вимірюють з точністю до 0,001 м.

5. Координують роботу при знятті показників (витрати на ділянках, тиск у вузлах). Тривалість замірів 1...1,5 год, записи ведуть з періодичністю 5...10 хв.

6. Розраховують втрати напору на ділянках за формулою, м

$$h_{ij} = 100(C_i N_i - C_j N_j) + (Z_{омi} - Z_{омj}), \quad (1.6)$$

де C_i, C_j – ціна поділок манометрів у вузлах i та j ($C = \frac{P_{max}}{N_m}$, де

P_{max} – максимальна границя вимірювання приладу, МПа; N_m – кількість поділок шкали приладу); N_i, N_j – кількість знятих поділок манометрів у вузлах i та j (добуток $C_i N_j$ дорівнює тискові P_i у вузлі); $Z_{омi}, Z_{омj}$ – позначки осі манометрів у вузлах i та j .

7 При вимірюванні витрат об'ємним способом вони підраховуються за формулою, м³/с

$$Q = \frac{F_p H}{t}, \quad (1.7)$$

де F_p – площа резервуару, м²; H – величина зміни рівня у резервуарі, м; t – інтервал часу спостереження, с.

8. Питомий гідравлічний опір труб ділянок водоводів визначають за формулою, с²/м⁶

$$A_{факт} = \frac{h_{ij}}{l_{ij} Q^2}, \quad (1.8)$$

де l_{ij} – довжина ділянки, м.

9. Коефіцієнт збільшення опору ділянок визначають за формулою

$$K_{зб} = \frac{A_{факт}}{A_{табл}}, \quad (1.9)$$

де $A_{табл}$ – табличне значення питомого гідравлічного опору, с²/м⁶.

Приклад розрахунку (див. рис.3.1)

Вихідні дані:

• Ділянка	1-2		2-3
Матеріал труб	Сталь		Сталь
Діаметр d , мм	500		500
A табл., $\text{с}^2/\text{м}^6$	0,05784		0,05784
Довжина l з, м	300		500
• Вузол	1	2	3
Тиск P , МПа	0,22	0,16	0,15
$Z_{ом}$, м	130,16	133,22	129,62
Витрата Q , $\text{м}^3/\text{с}$	0,3		

Завдання:

Визначити $A_{\text{факт } 1-2}$; $A_{\text{факт } 2-3}$; $K_{зб } 1-2$; $K_{зб } 2-3$

Розрахункові формули:

1. Втрати напору на ділянці водоводу, м

$$h_{ij} = 100(P_i - P_j) + (Z_{омi} - Z_{омj}), \quad (1.1)$$

де P_i, P_j – тиски у вузлах i та j , МПа;

2. Фактичний гідравлічний опір ділянки водоводу, $\text{с}^2/\text{м}^6$

$$A_{\text{факт } ij} = \frac{h_{ij}}{l_{zij} Q^2}; \quad (1.2)$$

3. Коефіцієнт збільшення гідравлічного опору на ділянці водоводу

$$K_{зб } ij = \frac{A_{\text{факт } ij}}{A_{\text{табл } ij}}. \quad (1.3)$$

Рішення:

1) За формулою (1.1) втрати напору на ділянках 1-2 та 2-3 відповідно

$$h_{1-2} = 100(0,22 - 0,16) + (130,16 - 133,22) = 6 - 3,06 = 2,94 \text{ м};$$

$$h_{1-2} = 100(0,16 - 0,15) + (133,22 - 129,62) = 1 + 3,6 = 4,6 \text{ м};$$

2) За формулою (1.2) фактичний гідравлічний опір

ділянок 1-2 та 2-3 водоводу відповідно

$$A_{\text{факт } 1-2} = \frac{2,94}{300 \cdot 0,3^2} = 0,1088 \text{ с}^2/\text{м}^6;$$

$$A_{\text{факт } 2-3} = \frac{4,6}{500 \cdot 0,3^2} = 0,1022 \text{ с}^2/\text{м}^6;$$

3) За формулою (1.3) коефіцієнт збільшення гідравлічного опору на ділянках 1-2 та 2-3 водоводу відповідно

$$K_{зб \ 1-2} = \frac{0,1088}{0,05784} = 1,88;$$

$$K_{зб \ 2-3} = \frac{0,1022}{0,05784} = 1,76.$$

Оскільки для обох ділянок водоводу $K_{зб} < 2$, то на даному етапі експлуатації очищення труб від відкладень можна не проводити.

Питання для самоконтролю

1. Які види робіт проводять при контрольних гідравлічних випробуваннях водопровідних мереж і водоводів?
2. Назвіть умови застосування та порядок визначення фактичних гідравлічних опорів ліній водопровідних мереж за методом «двох манометрів».
3. Назвіть умови застосування та порядок визначення фактичних гідравлічних опорів ліній водопровідних мереж за методом «трьох манометрів».
4. З якою метою проводиться манометрична з'йомка водопровідної мережі?
5. Назвіть порядок визначення фактичних гідравлічних опорів водоводів.

Практична робота №2

Визначення причин зниження продуктивності свердловин за зміною стану вимірюваних параметрів

Теоретична частина

Основними причинами, що вимагають інтенсифікації роботи водозабірних свердловин є зменшення їх дебіту та погіршення якості води, що забирається.

Зменшення дебіту свердловин може пояснюватись:

1. Несправністю насосного обладнання. Заглибні насоси, що мають пластмасові робочі колеса, через їх істирання і зменшення діаметру втрачають щомісячно 2...3 % можливої продуктивності. При втраті 25 % продуктивності насос підлягає заміні.

2. Піскуванням свердловин. Потрапляння часток водоносного ґрунту всередину свердловини приводить до часткового або повного перекриття її водоприймальної поверхні. Піскування свердловин може відбуватись з причини: невірно підбраного типу фільтра або невірного визначення розмірів отворів на його водоприймальній поверхні; нещільного встановлення сальника; нещільного встановлення корки у відстійнику фільтра; руйнування при хімічній або електрохімічній корозії водоприймальної поверхні фільтра.

3. Заростанням фільтрів і прифільтрових зон при механічному, хімічному або біологічному кольматажі.

М е х а н і ч н и й кольматаж – закупорювання отворів фільтрів і пір прифільтрової зони частками водоносного ґрунту (частіше д/з і р/з піску). Характерним є його утворення при нетривалих перехідних процесах під час пуску і зупинки роботи насосів.

Х і м і ч н и й кольматаж проявляється в заповненні вищеназваних отворів і пір а також конструктивних елементів

водопідйомного обладнання нерозчиненими у воді солями металів ($\text{Fe}^{2+,3+}$, $\text{Al}^{2+,3+}$, Ca^{2+} , Mg^{2+} тощо). Його причиною є порушення рівноважного стану основних компонентів підземних вод при зміні t° або тиску газів, розчинених у воді.

Б і о л о г і ч н и й кольматаж є наслідком життєдіяльності холодноводних мікроорганізмів (залізобактерій, марганцевих бактерій), які живляться розчиненими у воді закисними з'єднаннями, переводячи їх в окисні, та дихають O_2 повітря. Найкращими умовами для їх розвитку є наступні: $\text{pH} = 5,4 \dots 7,2$; $\text{Fe}^{2+} = 1,6 \dots 12 \text{ мг/дм}^3$; у воді наявна CO_2 .

4. Наслідками хімічної та електрохімічної корозії поверхні фільтрів та обсадних труб (при витоках води із свердловин через утворені «свищі»).

5. Глинизацією прифільтрових зон і фільтрових поверхонь при неякісно проведених розглинизаційних роботах.

6. Зниженням водності експлуатаційного водоносного пласта.

7. Впливом сусідніх свердловин.

2.1. Основні ознаки причин зниження продуктивності свердловин

Для спрощення проведення діагностичних робіт необхідно по певних ознаках прогнозувати можливі причини зниження дебіту свердловин (таблиця 2.1).

При експлуатації свердловин глибину до статичного та динамічного рівнів води вимірюють за допомогою електричного та пневматичного рівнемірів (рис 2.1 та рис 2.2), для чого у фланці, що перекриває оголовок, передбачається спеціальний отвір.

Таблиця 2.1. Основні ознаки імовірних причин зниження продуктивності свердловин

О з н а к и			Причини
Статичний рівень	Динамічний рівень	Питомий дебіт	
Без зміни	Вище, ніж раніше	Без зміни	Несправний водопідйомник
Постійне пониження	Постійне пониження	Постійне пониження	Збільшення районної депресії
Періодичне пониження	Періодичне пониження	Періодичне пониження	Вплив сусідніх свердловин
Без зміни	Нижче, ніж раніше	Менше, ніж раніше	Несправний фільтр
Нижче, ніж раніше	Без зміни	Майже без зміни	Витік води вище динамічного рівня
Нижче, ніж раніше	Нижче, ніж раніше	Менше, ніж раніше	Витік води нижче динамічного рівня

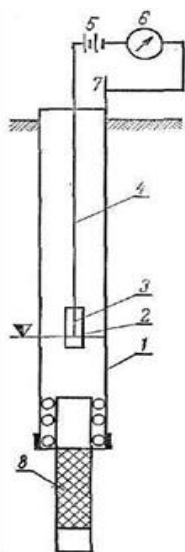


Рис.2.1.Схема вимірювання рівня води електричним рівнеміром: 1 – обсадна труба; 2 – електроізоляція; 3 – електрод; 4 – електрокабель із мірними бірками; 5 – батарея; 6 – електровимірювальний прилад (омметр); 7 – електрод, підключений до обсадної труби; 8 – фільтр

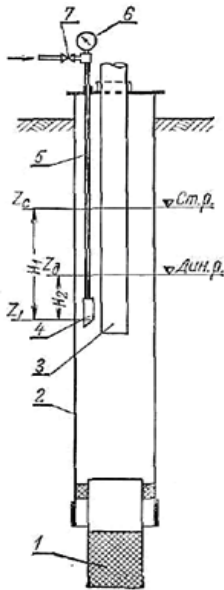


Рис.2.2.Схема вимірювання рівня води пневматичним рівнеміром: 1 – фільтр; 2 – експлуатаційна колона обсадних труб; 3 – труба для підняття води; 4 – наконечник пневматичного показчика рівня; 5 – повітряна трубка; 6 – манометр; 7 - кран

Пневматичний рівнемір складається з латунної або товстостінної гумової трубки 5 діаметром 8...10 мм, наконечником із скошеним кінцем 4 із металевої трубки, манометра 6 і крану (зажиму) 7. Якщо застосовуються гумові трубки, то наконечник 4 слід прив'язати до водопідйомної труби нижче можливого динамічного рівня на 3...5 м. Якщо з трубки 5 і наконечника 4 повітрям витиснути воду, а потім краном 7 перекрити трубку 5, то надлишковий тиск повітря, заміряний манометром 6, чисельно буде дорівнювати висоті стовпа води H , що витискається повітрям (надлишок повітря виходить через отвір у наконечнику 4). Позначка рівня води у свердловині в момент його виміру дорівнює

$$Z_c = Z_1 + H_1 ; \quad (2.1)$$

$$Z_d = Z_1 + H_2 , \quad (2.2)$$

де Z_c , Z_d , Z_1 - відповідно позначки статичного і динамічного рівня та отвору наконечника.

Кількість води, що відбирається із свердловини, вимірюється водомірним пристроєм, який встановлюється на нагнітальній лінії (як правило в межах наземного павільйону

або підземної камери над свердловиною). Частіше використовують витратоміри змінного перепаду тиску – діафрагми (рис. 2.3).

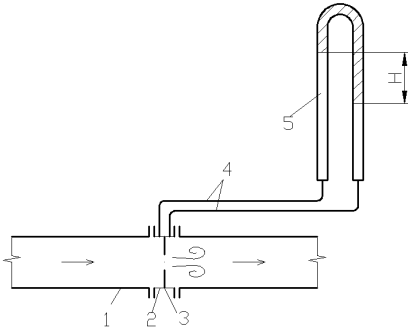


Рис.2.3. Схема виміру витрати за перепадом тиску на діафрагмі:
 1 – трубопровід; 2 – корпус приладу; 3 – диск з отвором
 4 – імпульсні трубки;
 5 – дифманометр

При протіканні води через отвір у диску утворюється зона пониженого тиску, що фіксує дифманометр. За значенням перепаду тиску H за тарировочною кривою визначають значення витрати, що протікає трубопроводом.

При відкачках до здачі свердловини в експлуатацію при неглибокому статичному рівні у ній він може замірятись рейкою, рулеткою з гирькою чи стержнем із смугового заліза або хлопавкою (циліндр діаметром 40...50 мм і висотою 80...100 мм, підвішаний на розлінованому тросі). При відкачуванні води поршневым насосом динамічний рівень з достатньою точністю можна визначити за повітрям, що проривається через приймальний клапан насосу. При відкачуванні води ерліфтом динамічний рівень визначається за показником манометра, встановленого на трубі, що підводить стиснуте повітря.

При відкачках з невеликою витратою вона вимірюється об'ємним способом, а при витраті > 10 л/с - за допомогою стандартних водозливів. Витрата при використанні прямокутного, трикутного та трапецеїдального водозливу визначається відповідно за формулами, л/с

$$Q = 1,8hb\sqrt{h}; \quad (2.3)$$

$$Q = 1,4h^2\sqrt{h}; \quad (2.4)$$

$$Q = 1,86bh\sqrt{h}, \quad (2.5)$$

де b – ширина водозливу в основі, см; h – висота рівня води перед водозливним ребром, см.

Дебіт (л/с) самовиливної свердловини

$$Q = 11D^2\sqrt{h_\phi}, \quad (2.6)$$

де D – внутрішній діаметр труби, з якої виливається вода, дм;
 h_ϕ – висота струменю фонтана, дм.

Питання для самоконтролю

1. Назвіть характерні причини зменшення дебіту свердловини через зменшення подачі насоса та основні ознаки цих причин.
2. Які є можливі причини піскування свердловин?
3. Охарактеризуйте природу механічного, хімічного та біологічного кольматажу фільтрів і прифільтрової зони свердловин.
4. Назвіть характерні ознаки зменшення дебіту свердловини через кольматаж фільтра і прифільтрової зони.

Практична робота №3

Конструкції компактних сітчастих установок. Підбір їх вихідних параметрів для рибозахисту і попереднього очищення води

Теоретична частина

Конструкції компактних сітчастих установок

Для попереднього механічного очищення води на водозаборах традиційно застосовують сітки різних конструкцій: плоскі знімні, стрічкові обертові, мікрофільтри та барабанні сітки, що діють за принципом мікрофільтрів. Такі сітки встановлюються в умовах їх раціонального застосування і забезпечують надійне затримання домішок заданої крупності і доволі просту регенерацію сітчастого полотна. Спільним їх недоліком є неможливість забезпечення екологічного аспекту рибозахисту, тобто запобігання потраплянню дорослих риб і рибної молоді у водопровідні споруди без їх травмування і загибелі.

Такого недоліку позбавлені компактні сітчасті установки: конусні сітчасті фільтри (КСФ) і сітчасті барабани (СБ). У таких установках забезпечується відносний рух сітчастого полотна і промивного пристрою, затоплені струмені якого відштовхують від сітки частки забруднень і мальків, не травмуючи останніх.

1.1. Підбір вихідних конструктивних і швидкісних параметрів сітчастих струменереактивних фільтрів для рибозахисту і попереднього очищення води.

Принципова конструктивна схема сітчастого струменереактивного фільтра (ССФ) наведена на рис.3.1.

Параметри ССФ умовно поділяються на конструктивні, швидкісні та енергетичні. При проектуванні ССФ задаються

деякими конструктивними та швидкісними параметрами і розраховують інші конструктивні та енергетичні параметри.

До вихідних конструктивних параметрів ССФ при їх розрахунку і проектуванні відносять: параметри сітки (розмір вічка сітки a , діаметр дроту сітки b , коефіцієнт живого перерізу сітки c); діаметр отворів на плечах флейти d_o ; крок отворів на плечах флейти t ; кількість плеч флейти z ; варіант виготовлення флейти (VAR 1 – збірний; VAR 2 – зварний).

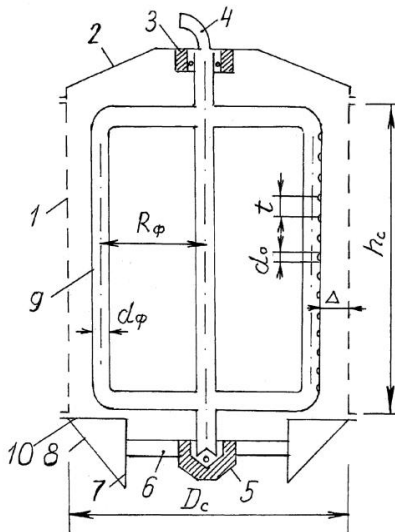


Рис.3.1.Конструктивна схема ССФ: 1-сітчастий корпус; 2-кришка; 3-верхній (напрямний) підшипник; 4-відвід для підключення промивного рукава; 5-нижній (опорний) підшипник; 6-хрестовина; 7-опорний патрубок; 8-напрямні конструкції для встановлення фільтра на оголовок; 9-флейта; 10-піддон

Значення a приймається за вимогою ступеня попереднього механічного очищення води на водозаборі або за вимогою ступеня рибозахисту. Обрана за значенням a стандартна сітка визначає й розмір b . Коефіцієнт живого перерізу сітки визначається за формулою

$$c = \left(\frac{a}{a+b} \right)^2, \quad (3.1)$$

Значення d_o і t приймаються за досвідом проектування ($d_o = 0,003 \dots 0,007$ м; $t = 0,03 \dots 0,05$ м); кількість плеч флейти зазвичай приймається $z = 2$.

До вихідних швидкісних параметрів ССФ відносять прийнятну швидкість втікання води у сітку V_c ($V_c = 0,1 \dots 0,3$ м/с), частоту обертання флейти ω ($\omega = 0,2 \dots 0,4$ с⁻¹) та швидкість руху води всередині флейти V_ϕ ($V_\phi = 3 \dots 5$ м/с).

До розрахункових конструктивних параметрів ССФ відносять: діаметр D_c ($D_c = 2R_c$) та висоту ССФ h_c ; діаметр труб флейти d_ϕ ; конструктивний радіус флейти R_ϕ ; кут повороту отворів відносно радіального напрямку δ .

При проектуванні ССФ суто як рибозахисного пристрою вихідні *конструктивні параметри сітки* обирають з врахуванням забезпечення затримання мальків із заданою довжиною тіла (таблиця 3.1) а *швидкість* V_c залежно від розрахункової швидкості у водотоці (за досвідом проектування ССФ при $V_{p.min} \leq 0,4$ м/с $V_c = 0,1 \dots 0,2$ м/с, при більшому значенні $V_{p.min} > 0,4$ м/с $V_c = 0,2 \dots 0,3$ м/с).

Таблиця 3.1. Параметри сітки ССФ при рибозахисті

Довжина тіла малька l , мм	Розмір вічка сітки в світу a , мм	Діаметр дроту сітки b , мм	Коефіцієнт живого пере- різу сітки, c
ікринки	0,5	0,22	0,48
≤ 15	1	0,35	0,55
15...30	2	0,5	0,64
> 30	4	0,8	0,69

Крім того сукупний підбір вихідних конструктивних та швидкісних параметрів при проектуванні ССФ має забезпечувати екологічний аспект рибозахисту, тобто нетравмування мальків при їх відведенні затопленими струменями, що витікають з отворів флейти, у зону транзитної течії навколо ССФ. При цьому напір в промивній системі фільтрів на виході з отворів H (один з енергетичних параметрів ССФ) має відповідати умові, м

$$H_{\min} \leq H \leq H_{p3}, \quad (3.2)$$

де H_{pz} – максимально припустимий напір в промивній системі ССФ, що забезпечує екологічний аспект рибозахисту (таблиця 3.2), м; H_{min} - мінімально припустимий напір в промивній системі ССФ, що забезпечує відведення мальків у зону транзитної течії навколо ССФ, і який визначається за формулою, м

$$H_{min} = 0,0088 \left(\frac{S_{min} \omega D_c}{K_c K_\Delta K_n} \right)^2, \quad (3.3)$$

де S_{min} – мінімальна дальність плавного відкидання мальків від сітки, м; K_c , K_Δ , K_n – коефіцієнти, які залежать від коефіцієнту живого перерізу сітки s , відстані флейти від сітки Δ , кроку розташування t та діаметру отворів d_o на плечах флейти (визначення S_{min} , K_c , K_Δ , K_n розглядається в матеріалах енергоощадної методики розрахунку ССФ).

В легких природних умовах забирання води використання ССФ для попереднього очищення води на оголовках дозволяє спростити конструкцію берегового колодязя водозабору. При цьому *розмір вічок сіток* фільтрів визначається з умови забезпечення необхідного ступеня очищення води на водозаборі (частіше $a \geq 2$ мм), а *мінімально припустимий напір* в промивній системі ССФ також визначається за формулою (3.3). *Максимально припустиме значення цього напору* визначається умовами оощадження енергії при роботі ССФ (див. матеріали енергоощадної методики).

При комплексному використанні ССФ їх вихідні конструктивні та швидкісні проектні параметри мають призначатись виходячи з приведення проектних умов до вимог найбільш сприятливої області застосування ССФ.

Дослідженнями було встановлено три області застосування ССФ. Область раціонального комплексного застосування ССФ (**РК**) характеризується: можливістю живлення промивної системи фільтрів низьконапірним насосом, встановленим на НС-1 водозабору; обов'язковим забезпеченням екологічного аспекту

рибозахисту; знаходженням витрати в промивній системі ССФ в межах 3% продуктивності фільтра. Тобто критерії цієї області визначаються формулами

$$H \leq H_{\max \text{ рк}}, \quad (3.4)$$

$$H \leq H_{\text{рз}}, \quad (3.5)$$

$$q \leq 0,03 Q, \quad (3.6)$$

де H , q – напір та витрата в промивній системі ССФ (м; м³/с); Q – продуктивність ССФ, м³/с; $H_{\max \text{ рк}}$ – максимальний можливий напір в промивній системі ССФ (на виході з отворів флейти), який може бути створений низьконапірним насосом, встановленим на НС-1 водозабору, м; $H_{\text{рз}}$ – максимальний можливий напір в промивній системі ССФ, при якому забезпечується екологічний аспект рибозахисту (не відбувається травмування мальків, затриманих сіткою при їх контакті із затопленими струменями), м.

Область умовно – припустимого застосування ССФ (УП) характеризується можливістю живлення промивної системи ССФ високонапірним насосом, встановленим на НС-1 водозабору, та знаходженням витрати в промивній системі ССФ в межах 5% продуктивності фільтра. Критерії цієї області визначаються формулами

$$H_{\max \text{ рк}} < H \leq H_{\max \text{ уп}}, \quad (3.7)$$

$$0,03 Q < q \leq 0,05 Q, \quad (3.8)$$

де $H_{\max \text{ уп}}$ – максимальний можливий напір в промивній системі ССФ, який може бути створений високонапірним насосом, встановленим на НС-1 водозабору, м.

В області нецільного застосування ССФ (Н) для живлення промивної системи фільтрів необхідно встановлювати спеціальний промивний насос. Критерії цієї області визначаються формулами

$$H > H_{\max \text{ уп}}, \quad (3.9)$$

$$q > 0,05 Q. \quad (3.10)$$

Оцінка області застосування ССФ при його визначених проектних параметрах H та q проводиться шляхом їх співставлення із даними, наведеними в таблиці 3.2. Така

оцінка проводиться по обох енергетичних параметрах, значення яких не можуть виходити за межі максимальних граничних для області. Значення одного з параметрів для області **УП** може бути меншим за мінімальне граничне для цієї області. Також значення одного з параметрів для області **Н** може не відповідати умові (3.9) або (3.10). В областях **УП** та **Н** величина напору в промивній системі фільтрів може забезпечувати екологічний аспект рибозахисту на ССФ. Якщо $H > H_{pz}$, то для забезпечення цього аспекту рибозахисту на водозаборі необхідно вжити додаткових заходів (наприклад встановити запані).

Таблиця 3.2. Критеріальні параметри областей застосування ССФ

Q , м ³ /с	Марка насоса		H_{pz} , м	$H_{\max \text{ рк}}$, м	$H_{\max \text{ уп}}$, м
	Низьконапір.	Високонапір.			
0,05	Д 200-36	Д 200-95	33	12	70
0,1	Д 630-90	Д 500-65	35	25	60
0,2	Д 800-57	Д 630-90	37	25	70
0,5	Д 2500-62	Д 2000-100	38	25	90

Питання для самоконтролю

1. Назвіть особливості конструкції КСФ із зовнішнім підведенням води.
2. Назвіть особливості конструкції КСФ із внутрішнім підведенням води.
3. Назвіть переваги компактних сітчастих установок перед традиційними типами сіток на водозаборах а також взаємні переваги та недоліки КСФ та СБ.
4. За якими критеріями визначаються вихідні конструктивні параметри ССФ, призначених для рибозахисту?

Практична робота №4
Розрахунок промивної системи ССФ
за енергоощадною методикою

Теоретична частина

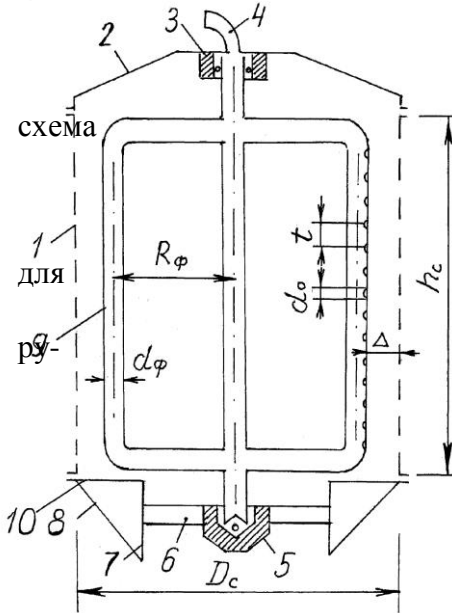


Рис.4.1.Конструктивна

ССФ: 1-сітчастий корпус; 2-кришка; 3-верхній (напрямний) підшипник; 4-відвід

підключення промивного

кава; 5-нижній (опорний) підшипник; 6-хрестовина; 7-опорний патрубков; 8-напрямні конструкції для встановлення фільтра на оголовков; 9-флейта; 10-піддон

Методики розрахунку ССФ

При проектуванні ССФ конструкції Укрдипроводгоспу застосовувались різні методики, кожна з яких включає елементи попередньої. Недоліком методики, яка застосовувалася до 1975 року і яка забезпечувала обертання флейти у підшипниках, було неврахування структури течії у джерелі, що приводило у значній кількості випадків експлуатації ССФ до неякісного очищення струменями сітчастого полотна. За другою методикою (1975...1986) параметри промивної системи фільтрів (напір H та витрата q в ній) визначались з врахуванням проектної дальності

відкидання в течію забруднень від сітки S , яка в свою чергу, приймалась за відстанню від ССФ зони транзитної течії у джерелі. Ця відстань визначалась залежно від відносних умов водозабору – відносної ширини водотоку LI та відносної витрати водозабору QI , які відповідно дорівнюють:

$$LI = \frac{L}{D_c}, \quad (4.1)$$

$$QI = \frac{Q}{Q_{p \min} - Q}, \quad (4.2)$$

де L – ширина водотоку на рівні середини твірної ССФ, встановленої на оголовку (при проектуванні ССФ на водозабір приймається за проектним поперечним профілем водотоку у створі ВЗС), м; D_c – діаметр ССФ, м; Q , $Q_{p \min}$ – відповідно витрата ССФ та витрата водотоку, м³/с.

Третя методика (енергоощадна, 1986) також враховує структуру течії у водотоці біля ССФ, але базується на більш достовірних даних про неї (ці дані визначені за умовами об'ємного живлення фільтра водою, що відбиває реальну картину роботи ССФ у джерелі), ніж попередня. Крім того у цій методиці враховуються енерговитрати при роботі ССФ. У методиці використовуються характерні фіксовані відносні умови водозабору ($LI = 5; 10; 20; 40$; $QI = 0,025; 0,05; 0,1; 0,2$). Використання енергоощадної методики проектування ССФ дозволяє вирішувати проблему зниження енерговитрат при роботі водозаборів.

Параметри ССФ при їх проектуванні за енергоощадною методикою

При проектуванні ССФ за енергоощадною методикою задаються деякими конструктивними та швидкісними параметрами і розраховують інші конструктивні та енергетичні параметри.

До вихідних конструктивних параметрів ССФ при їх розрахунку і проектуванні відносять: параметри сітки (розмір

вічка сітки a , діаметр дроту сітки b , коефіцієнт живого перерізу сітки c); діаметр отворів на плечах флейти d_o ; крок отворів на плечах флейти t ; кількість плеч флейти z ; варіант виготовлення флейти (VAR 1 – збірний; VAR 2 – зварний).

Значення a приймається за вимогою ступеня попереднього механічного очищення води на водозаборі або за вимогою ступеня рибозахисту. Обрана за значенням a стандартна сітка визначає й розмір b . Коефіцієнт живого перерізу сітки визначається за формулою

$$c = \left(\frac{a}{a+b} \right)^2, \quad (4.3)$$

Значення d_o і t приймаються за досвідом проектування ($d_o = 0,003 \dots 0,007$ м; $t = 0,03 \dots 0,05$ м); кількість плеч флейти зазвичай приймається $z = 2$.

До вихідних швидкісних параметрів ССФ відносять прийнятну швидкість втікання води у сітку V_c ($V_c = 0,1 \dots 0,3$ м/с), частоту обертання флейти ω ($\omega = 0,2 \dots 0,4$ с⁻¹) та швидкість руху води всередині флейти V_ϕ ($V_\phi = 3 \dots 5$ м/с).

До розрахункових конструктивних параметрів ССФ відносять: діаметр D_c ($D_c = 2R_c$) та висоту ССФ h_c ; діаметр труб флейти d_ϕ ; конструктивний радіус флейти R_ϕ ; кут повороту отворів відносно радіального напрямку δ .

Діаметр і висота ССФ виходячи з досвіду проектування приймаються однаковими і визначаються за формулою, м

$$D_c = h_c = \sqrt{\frac{Q}{\pi V_c}}, \quad (4.4)$$

Діаметр труб флейти та її конструктивний радіус визначаються відповідно за формулами, м

$$d_\phi = 1,13 \sqrt{\frac{q}{V_\phi}}, \quad (4.5)$$

$$R_\phi = 0,5D_c - \Delta - 0,5d_\phi, \quad (4.6)$$

де q – витрата в промивній системі ССФ, м³/с.

Кут повороту отворів на плечах флейти відносно радіального напрямку ССФ δ визначається за відносно складною формулою залежно від параметрів D_c , h_c , ω , q , напору в промивній системі H та ряду коефіцієнтів.

Зв'язок між конструктивними, швидкісними та енергетичними параметрами ССФ встановлює формула, м

$$S = 0,25 K_c K_\Delta K_n \frac{A}{\omega R_c}, \quad (4.7)$$

де S – дальність відкидання забруднень від сітки ССФ затопленими струменями, м; A – параметр затопленого струменя, $\text{м}^2/\text{с}$; R_c – радіус ССФ, м; K_c, K_Δ, K_n – коефіцієнти, які враховують вплив відповідно густини сітки, відстані від флейти до сітки, повноти епюри промивних струменів у створі сітки та які визначаються за формулами:

$$K_c = 1,33c, \quad (4.8)$$

$$K_\Delta = 1 - 3,1\Delta, \quad (4.9)$$

$$K_i = 1,05 \exp \left(\frac{0,55}{0,55 - \frac{\Delta + 2,5d_o}{t}} \right), \quad (4.10)$$

де Δ – відстань від флейти до сітки ($\Delta = 2,5 t$).

До розрахункових енергетичних параметрів ССФ відносять: мінімальну дальність відкидання забруднень від сітки, при якій забезпечується надійне очищення сітки S_{\min} , м; оптимальну дальність відкидання забруднень від сітки, при якій забезпечуються найменші витрати енергії під час роботи фільтрів S_{opt} , м; кількість циклів взаємодії струменя з часткою χ ; коефіцієнт забруднення сітки f ; втрати напору на сітці ΔH , м; потужність, витрачену на сітці N_c , кВт; параметр затопленого струменя A , $\text{м}^2/\text{с}$; напір в промивній системі H , м; витрату в промивній системі q , $\text{м}^3/\text{с}$; потужність, витрачену на створення струменів N_n , кВт; загальну витрачену потужність N , кВт.

Деякі з них визначаються за формулами:

$$f = 7,54 \frac{\chi \xi Q}{\omega z a c F_c} \left[1 - 0,75 \frac{\omega z h_c S (D_c + S)}{Q} \right], \quad (4.11)$$

$$\Delta H = \frac{0,102 \cdot 10^{-6} [46 - 36c(1-f)] V_c}{a(1-f)} + \frac{[0,037 - 0,036(1-f)] V_c^2}{(1-f)^2}, \quad (4.12)$$

$$N_c = 9,81 Q \Delta H, \quad (4.13)$$

$$A = 2 \cdot \frac{S \omega D_c}{K_c K_\Delta K_i}, \quad (4.14)$$

$$H = 0,022 \left(\frac{A}{d_o} \right)^2, \quad (4.15)$$

$$q = 2,356 \frac{d_0^2 z h_c}{t} \sqrt{H}, \quad (4.16)$$

$$N_i = 9,81 q H, \quad (4.17)$$

$$N = N_c + N_i, \quad (4.18)$$

де F_c – площа сітки ССФ ($F_c = 3,14 D_c h_c$), м²; решта величин відомі з попереднього матеріалу.

Величини S_{\min} , S_{opt} , χ визначаються за окремими методиками, поясненими далі.

Розрахунок енергоощадних умов роботи ССФ

За енергоощадною методикою з використанням усіх вищенаведених залежностей розраховують параметри ССФ, що забезпечують їх роботу на водозаборі з найменшими витратами енергії. Відповідно сукупність прийнятих в проєкті конструктивних та швидкісних параметрів має забезпечувати в конкретних умовах водозабору найменші значення потужності N , визначеної за формулою (4.18).

Наведена на рис. 4.2 схема ілюструє фізико-математичну модель очищення ССФ затопленими струменями. За цією моделлю число циклів взаємодії (число контактів) затоплених струменів з часткою забруднень χ , необхідних для її

видалення у зону транзитної течії, знаходиться у зворотній залежності від прийнятої дальності відкидання цієї частки від сітки S . Для різних умов (LI, QI) були знайдені залежності $\chi = f(SI)$, наведені на рис.4.3, де $SI = S / D_c$. Застосування відносних величин дозволяє використовувати універсальні залежності при визначенні S_{\min} і S_{ont} .

Енергоощадна методика розрахунку параметрів ССФ передбачає наступну послідовність дій:

- задаються вихідними даними до розрахунку: умовами водозабору (значення Q, Q_{pmin}, L , об'ємна концентрація забруднень у воді ξ) та вихідними конструктивними параметрами ССФ;
- визначають основні розміри ССФ (D_c, h_c) та відносні умови водозабору (LI, QI);
- з використанням графіків, наведених на рис. 4.3, визначають мінімальну припустиму дальність відкидання забруднень від сітки S_{\min} ;
- задаючись значеннями $S \geq S_{\min}$ для кожного з них розраховують значення N та визначають оптимальну дальність відкидання забруднень від сітки S_{ont} ;
- розраховують значення d_ϕ, R_ϕ, δ та розробляють конструкцію ССФ.

При розрахунках параметрів ССФ за енергоощадною методикою як правило застосовують ПЕОМ.

Методика визначення S_{\min} наступна.

Визначають критичну дальність відкидання забруднень від сітки, при якій починається забруднення сітки ($f = 1$) за формулою, м

$$SI_{\text{крит}} = -R_c + \sqrt{R_c^2 + \frac{1,33Q}{\omega z h_c} \left(1 - \frac{0,132 \omega z a c F_c}{\xi \chi Q} \right)}, \quad (4.19)$$

Підставляючи в цю формулу при $R_c = 0,5$ значення χ будують графік залежності $SI_{\text{крит}} = f(\chi)$. Накладаючи цей графік на відомий для даних відносних умов водозабору графік залежності $\chi = f(SI)$ (див. рис. 4.3) визначають точку

їх перетину, абсциса якої і дає шукану величину SI_{\min} (рис. 4.3). У цьому випадку на величину SI_{\min} впливає не тільки положення характерної точки С поділу двох зон течії біля ССФ (див. рис. 4.2), а й об'ємна концентрація забруднень у воді ζ . В разі, коли графік залежності $SI_{\text{крит}} = f(\chi)$ не перетинається з графіком $\chi = f(SI)$, а проходить лівіше його, мінімальна дальність відкидання забруднень від сітки залежить тільки від положення точки С поділу зон течії біля ССФ і знаходиться за формулою

$$SI_{\min} = 1,1SI_c, \quad (4.20)$$

де SI_c – відстань від ССФ точки С поділу зон течії. Відносно величину SI_{\min} переводять у абсолютний вимір за співвідношенням $S_{\min} = SI_{\min} D_c$.

Методика визначення S_{opt} наступна.

Оскільки при збільшенні величини S значення N_n збільшується, а значення N_c зменшується, то при деякій величині $S = S_{\text{opt}}$ величина N набуде мінімального значення. Задаються рядом значень $S > S_{\min}$ і за графіками $\chi = f(SI)$ та формулами (4.11)...(4.18) визначають відповідні ним значення енергетичних параметрів. Графіки залежностей $N_c = f(SI)$, $N_n = f(SI)$ та $N = f(SI)$ наведені на рис. 4.3-4.5 Знайдену величину SI_{opt} переводять в абсолютний вимір і за тими самими формулами (4.11)...(4.18) при значенні $S = S_{\text{opt}}$ визначають енергетичні параметри, які приймаються як проектні.

Визначення абсолютних енергоощадних умов роботи ССФ на водозаборі знаходиться шляхом інваріантних розрахунків на ПЕОМ при зміні вихідних параметрів проектування, зокрема конструктивних параметрів d_o і t (діапазон їх можливої зміни наведено вище).

Економія електроенергії при живленні промивної системи ССФ забезпечується підтримуванням оптимальних проектних значень напору H і витрати q у цій системі. При зміні під час експлуатації водозабору його умов, наприклад QI та ζ , оптимальні умови роботи ССФ можуть бути забезпечені при

автоматизації процесу промивання сіток фільтрів за підтримуванням проектних втрат напору на сітці ΔH .

Зменшення витраченої потужності N при роботі ССФ, запроєктованих за енергоощадною методикою, на 1 кВт приводить до річної економії електроенергії при експлуатації двохсекційного річкового водозабору системи водопостачання в обсязі 17520 кВт-год і відповідно до зниження собівартості води, що забирається.

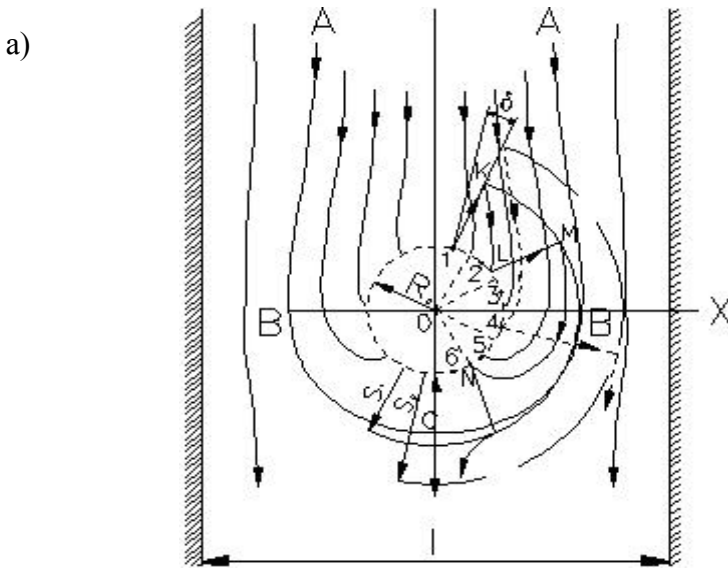


Рис. 4.2. Схема для визначення χ :

$ABCBA$ – гранична лінія току між зоною живлення ССФ та зоною транзитної течії у водотоці; S_I, S_{II} – різні дальності відкидання часток забруднень від сітки; $\text{— — —} \rightarrow$ траєкторія руху відкинутої від сітки частки при S_I ; $\text{- - -} \rightarrow$ траєкторія руху відкинутої від сітки частки при S_{II}

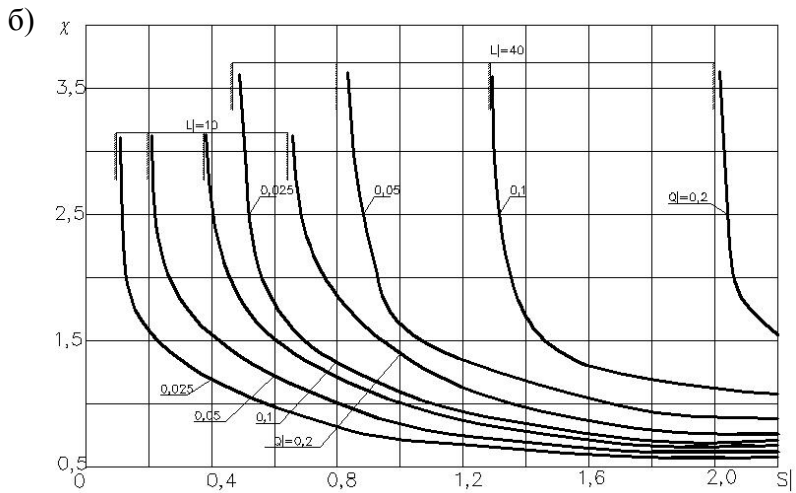


Рис. 4.3 Графіки $\chi = f(SI)$ а) для $LI = 5, 20$; б) для $LI = 10, 40$

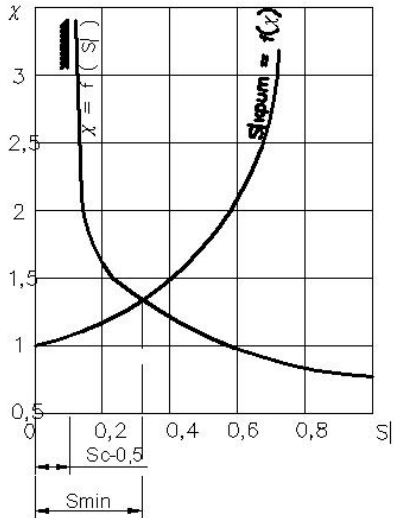


Рис.4.4. Графіки залежностей $\chi = f(SI)$ і $SI_{крит} = f(\chi)$

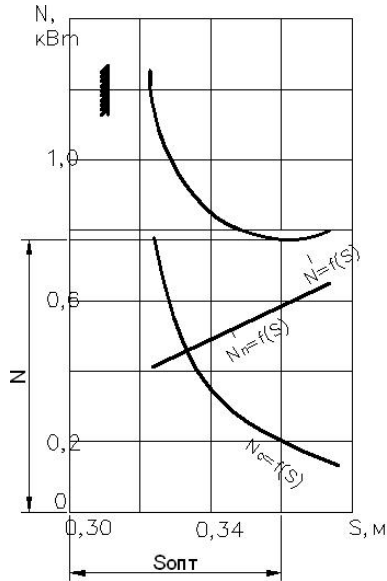


Рис.4.5. Графіки залежностей $N_c = f(S)$, $N_n = f(S)$, $N = f(S)$

Питання для самоконтролю

1. За якими критеріями визначаються вихідні конструктивні параметри ССФ, призначених для рибозахисту?
2. За якими критеріями визначаються вихідні конструктивні параметри ССФ, призначених для попереднього очищення води на водозаборах?

II САМОСТІЙНА РОБОТА

Самостійна робота студента є основним засобом засвоєння навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Пізнавальна діяльність студентів у процесі виконання самостійної роботи характеризується високим рівнем самостійності та сприяє залученню студентів до творчої активності. Підсумком самостійної роботи над вивченням навчальної дисципліни «Інтенсифікація та реконструкція систем водопостачання» є самостійне опрацювання рекомендованих тем:

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми
1	Методика визначення фактичних гідравлічних опорів ліній водопровідної мережі. Використання результатів манометричної зйомки.
2	Причини незадовільної роботи діючих свердловин. Роботи з поточного та капітального ремонту свердловин. Поновлення пропускної спроможності свердловин.
3	Інтенсифікація роботи споруд для забору води з поверхневих джерел. Заходи із збільшення пропускної спроможності та захисту водозаборів від небажаних домішок у воді. Підвищення надійності роботи водозаборів.

Підсумком самостійної роботи над вивченням навчальної дисципліни є складання письмового звіту за темами, вказаними вище. Звіт оформлюється на стандартному папері формату А4 (210x297) з одного боку. Поля: верхнє, праве, ліве – 20 мм, нижнє – 22 мм, ліве. У тексті повинні бути зазначені

посилання на використану літературу. Звіт може бути рукописним або друкованим і виконується українською мовою. На титульній сторінці звіту мають бути зазначені назва кафедри, навчальна дисципліна, прізвище та ініціали здобувача вищої освіти, група, прізвище та ініціали викладача, який приймає роботу, посада. Загальний обсяг звіту – 8-12 сторінок. Звіт включає план, основну частину, висновки, список використаної літератури та додатки (за необхідності). Захист звіту про самостійну роботу проводиться у терміни, спільно обумовлені викладачем і здобувачем вищої освіти.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА:

1. Орлов В. О., Шадура В. О., Назаров С. М. Інтенсифікація та реконструкція систем водопостачання. Навчальний посібник. Рівне : НУВГП. 2013. 265 с.
2. Реконструкція і інтенсифікація споруд водопостачання та водовідведення / О. А. Василенко, П. О. Грабовський, Г. М. Ларкіна та ін. : навчальний посібник. ІВНВКП «Укреліотех», 2010. 272 с.