

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



ФАКУЛЬТЕТ АРХІТЕКТУРИ, БУДІВНИЦТВА ТА ЗЕМЛЕУСТРОЮ
Кафедра будівництва, геотехніки геомеханіки

І.В. Чушкіна
В.В. Янко
Г.П. Іванова

ВОДНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ВОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Методичні рекомендації до виконання практичних робіт
для здобувачів ступеня бакалавра
освітньо-професійної програми «Гідротехнічне будівництво, водна
інженерія та водні технології»
зі спеціальності 194 Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні
технології

Дніпро
НТУ «ДП»
2025

Водна інженерія та водні технології [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до виконання практичних робіт для здобувачів ступеня бакалавра освітньо-професійної програми «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» зі спеціальності 194 Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології / уклад.: І.В. Чушкіна, В.В. Янко, Г.П. Іванова ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2025. – 66 с.

Укладачі:

І.В. Чушкіна, канд. техн. наук, доц.,

В.В. Янко, канд. техн. наук, доц.,

Г.П. Іванова, канд. техн. наук, доц.

Затверджено науково-методичною комісією зі спеціальності 194 Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології (протокол № 4 від 25.04.2025) за поданням кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки (протокол №12 від 22.04.2025 р.).

Подано методичні рекомендації до виконання практичних та самостійних робіт, варіанти практичних завдань з рекомендаціями до їх виконання, питання для самопідготовки, список рекомендованої літератури.

Орієнтовано на активізацію навчальної діяльності здобувачів ступеня бакалавра освітньо-професійної програми «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» зі спеціальності 194 Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології та закріплення практичних навичок у засвоєнні дисципліни «Водна інженерія та водні технології».

Методичні рекомендації передбачають виконання розрахункових задач під керівництвом викладача та під час самостійної роботи.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки С.М. Гапєєв, д-р техн. наук, проф.

ЗМІСТ

1	Вступ.....	4
2	Практична робота №1. Проектування водозабору підземних вод. Розрахунок взаємодіючих свердловин.	5
3	Практична робота №2. Розрахунок збірних водопроводів. Визначення продуктивності насосу і вибір типу насосу. Визначення діаметра фільтру свердловини.....	9
4	Практична робота №3 Розрахунок зон санітарної охорони водозабору.....	14
5	Практична робота №4. Визначення продуктивності станції очистки. Розрахунок основних споруд станції очистки води і їхнє висотне розташування	17
6	Практична робота №5. Розрахунок зрошувальної мережі на ділянці краплинного зрошення. Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі	28
7	Критерії оцінювання практичних робіт	38
8	Література.....	41
9	Додатки.....	42

ВСТУП

Мета практичних рекомендацій з дисципліни "Водна інженерія та водні технології" – забезпечити студентів інструментарієм для закріплення теоретичних знань та набуття практичних навичок, необхідних для проектування, розрахунку та експлуатації систем водопостачання, водовідведення, гідромеліорації та очищення води. Ці рекомендації допомагають перетворити академічні знання в конкретні інженерні рішення, готуючи майбутніх фахівців до вирішення реальних завдань у галузі водної інженерії.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА ЗМІСТ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

Дисципліна "Водна інженерія та водні технології" є ключовою для підготовки фахівців, що займаються раціональним використанням, охороною та відтворенням водних ресурсів. Вона поєднує знання з гідрології, гідравліки, будівельної механіки, хімії та екології.

Дисципліни охоплює:

- вивчення підземних вод, їхніх запасів, якості та умов формування. Це є основою для проектування водозаборів;
- закони руху рідин у трубах та відкритих руслах, що є фундаментальним для розрахунку водопровідних мереж, насосних станцій та очисних споруд;
- фізико-хімічні та біологічні процеси, що застосовуються для доведення якості води до відповідних стандартів.
- нормативи, стандарти та методики розрахунку інженерних споруд.

Кожна з практичних робіт безпосередньо пов'язана з цими теоретичними блоками:

- ґрунтується на знаннях гідрогеології. Студенти застосовують формули та методи розрахунку депресійної кривої та взаємного впливу свердловин для визначення їх оптимального розташування;

- вимагає глибокого розуміння гідравліки. Тут відбувається розрахунок втрат напору в трубопроводах, підбір насосів та розрахунок фільтрів, що забезпечують стабільну подачу води;

- базується на законодавчих та санітарно-гігієнічних вимогах. Вона вчить розраховувати зони санітарної охорони, що є критично важливим для захисту джерел від забруднень, ґрунтуючись на розрахунках швидкості руху підземних вод;

- пов'язана з технологіями очищення води. Студенти розраховують продуктивність окремих споруд (відстійників, фільтрів) і визначають їх висотне розташування, що мінімізує необхідність використання додаткових насосних станцій;

- застосовує гідравліку для проектування зрошувальних систем. Розрахунки дозволяють визначити оптимальні діаметри труб, розподіл тиску та витрат води для забезпечення рівномірного зрошення на всій ділянці.

Практична робота №1

Проектування водозабору підземних вод

Розрахунок взаємодіючих свердловин

МЕТА: навчитися проектувати та розраховувати водозабори підземних вод. Студенти освоюють методику розрахунку взаємодії свердловин, що дозволить визначити їх оптимальну відстань та дебіт для ефективного забору води, мінімізуючи вплив однієї свердловини на іншу.

1. Складання схеми водозабору зі свердловини

Схема водозабору зі свердловини 1 представлена рис.1.1, виходячи з вихідних даних (додаток 1,2) за табл.1.1 вибираємо потужність та глибину залягання підосви водоносного шару.

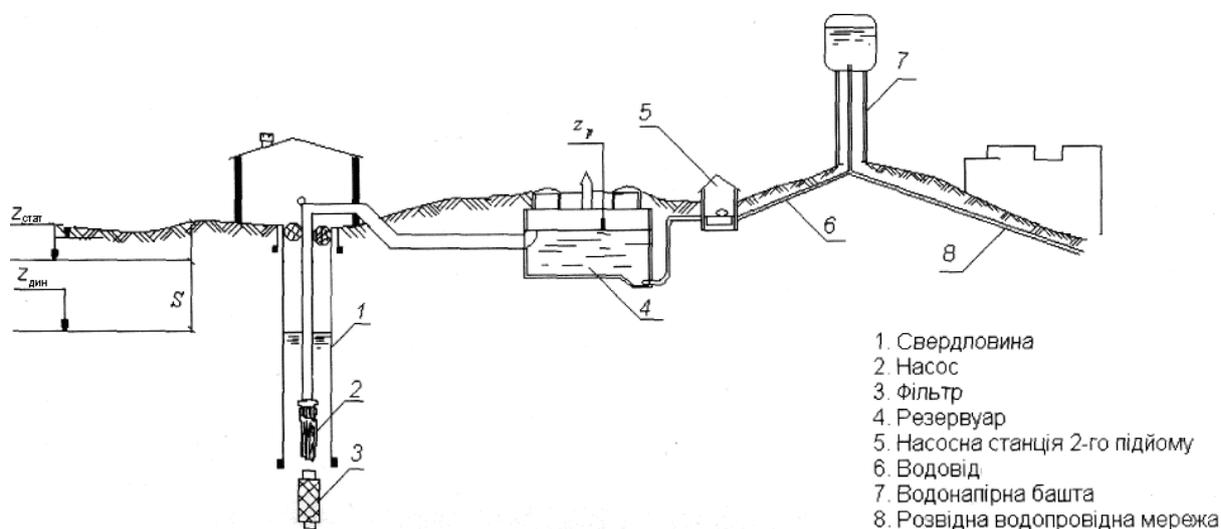


Рисунок 1.1 – Схема водозабору зі свердловини

Відповідно до розрізу для водопостачання заданого населеного пункту можуть бути використані три водоносних горизонти. Вибір експлуатаційного горизонту проводимо шляхом порівняння їх між собою.

Якщо якість води водоносного горизонту, що передбачена для водопостачання задовільна, тоді немає необхідності в пристрої очисної станції. Зі свердловини вода насосом подається в збірний водовід, що подає воду до резервуарів чистої води, з якого вона насосною станцією II підйому подається у водонапірну башту, а з неї по мережі водопостачання.

Перший водоносний горизонт представлений дрібнозернистим піском, у якого дуже низька водовіддача, безнапірний, тому використання його нерациональне. Другий водоносний горизонт представлений сірим глинистим вапняком, зруйнованим (напірним), проте має сильно мінералізовану воду і для господарсько-питного водопостачання не придатний. Третій водоносний

горизонт представлений світло-сірим крупнозернистим піском, має воду питної і великий напір. Цей горизонт приймаємо для експлуатації.

2. Визначення продуктивності трубчатих колодязів

При проектуванні водоприймачів підземних вод однією з основних задач є розрахунок продуктивності водозабору при можливому зниженні статичного рівня експлуатаційного водоносного горизонту, як у самому водозаборі, так і в зоні його впливу при заборі розрахункової кількості води. У більшості випадків при розрахунках потрібно визначити можливий дебіт однієї свердловини або групи свердловин у конкретних гідрогеологічних умовах при визначених потужності водоносного шару, характеристики водоносних порід, гідравлічних умов і т.д., для того, щоб в остаточному підсумку з'ясувати необхідне число свердловин для водозабору потрібної (розрахункової) кількості води.

Розрахунок продуктивності трубчастих колодязів проводимо на підставі законів руху підземних вод (тобто фільтрації), з урахуванням гідравлічних умов стану підземного потоку (напірного або безнапірного), а також розташування водоприймальної частини свердловини, прийнятої до експлуатації.

При тривалій експлуатації свердловини при постійній витраті і зниженні статичного рівня її продуктивності визначається за формулою [3]

$$q_c = 2\pi K\phi \frac{mS}{\ln \frac{R}{r_0}}, \text{ м}^3/\text{добу} \quad (1.1)$$

де K – коефіцієнт фільтрації експлуатаційного водоносного горизонту, м/доб;

R – радіус впливу свердловини, тобто відстань від свердловини до точки в якій сходяться статичний і динамічний рівні, м;

r_0 – радіус свердловини ($r_0=0,1-0,2$), м;

m – потужність експлуатаційного водоносного шару, м;

S – зниження рівня води в свердловині, м.

Допустиме зниження води в свердловині для напірних шарів обчислюємо за формулою:

$$S_{\text{доп}} = H_n - [(0,5)m + \Delta H + H_n] = 197,9 - ((0,5 \cdot 12,7) + 5 + 5) = 201,55 \text{ м}, \quad (1.2)$$

де ΔH – втрати напору у фільтрі ($\Delta H = 3-5$), м;

H_n – занурення насосу під динамічний рівень, приймається $H_n = 5$ м;

H_n – напір водоносного шару від підшви до статичного рівня, м.

Схема до розрахунку допустимого зниження води в свердловині представлена на рис.1.2.

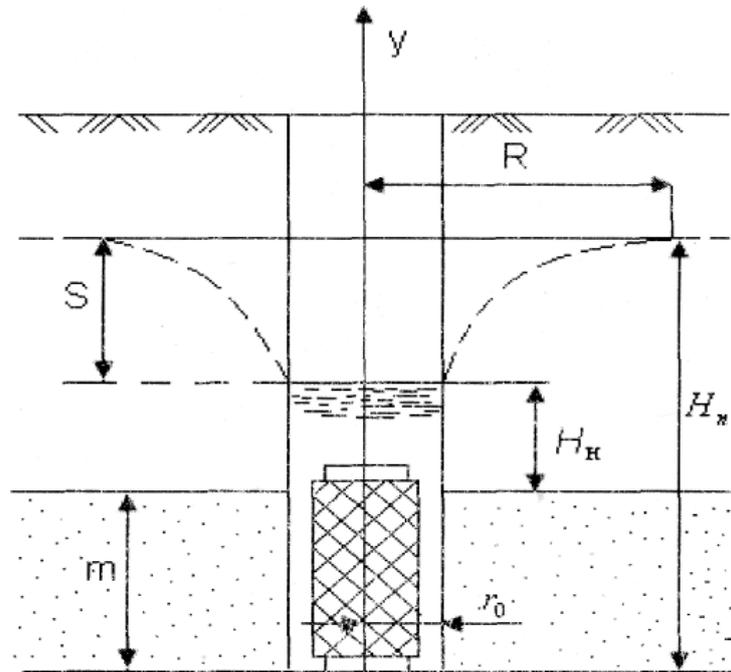


Рисунок 1.2 – Схема до розрахунку допустимого зниження води в свердловині

Число свердловин розраховуємо за формулою

$$n_{св} = \frac{Q_{max}^{доб}}{q_c} = 2,2 = 3 \text{ свердловини} \quad (1.3)$$

де $Q_{max}^{доб}$ – розрахункова максимальна добова витрата води, м³/добу.

Відповідно до ДБН 46/33–2.5–5–96 приймаємо одну резервну свердловину.

$$N_{св} = n_{св} + n_{рез} = 3 + 1 = 4 \text{ свердловини.} \quad (1.4)$$

3. Розрахунок взаємодіючих свердловин

Влаштування двох і більше свердловин, що приймають воду з того самого водоносного шару, може привести до їх взаємного впливу, тобто до зниження продуктивності кожної з них. Взаємодія свердловин звичайно спостерігається, коли вони забирають воду одночасно з того самого шару, розташовуючись один від одного на відстані, яка менша сумі їхніх радіусів впливу.

Якщо відстань між ними перевищує суму за приведеними вище формулами, як поодинокі колодязі. У випадку розташування обраних колодязів у напірних шарах на незначній відстані один від одного, тобто на відстані, яка менша суми їх радіусів впливу, цей фактор варто враховувати в розрахунках шляхом визначення загального зниження статичного рівня в колодязі при заборі розрахункової кількості води і взаємодії на нього інших колодязів за рівнянням [3]

$$S_{сум} = \frac{0,37}{K\phi * m} \sum_{i=1}^n q_c \lg \frac{R}{r_{*m}}. \quad (1.5)$$

Знаючи необхідну кількість води $Q_{max}^{доб}$ і відстань між розташованими $N_{св}$ поруч свердловинами, визначаємо можливе зниження статичного рівня води у розглянутій свердловині за формулою (1.6) і порівнюємо його з допустимим [4]

$$S_0 = \frac{Q_{max}^{доб}}{2 \cdot \pi \cdot m \left(\ln \frac{R}{r_{пр}} + \alpha \ln \frac{l}{Nr_0} \right)}$$

$$S_0 = 950 \text{ м}^3/\text{діб} / (2 \cdot 3,14 \cdot 2,7 \text{ м} (\ln (200 \text{ м} / 51,8) + 0,33 \cdot \ln)) = (280 / 3,2 \text{ м}) = 16,5 \text{ м}, \quad (1.6)$$

де r_0 – радіус свердловини, м;

$r_{пр}$ – приведений радіус узагальненої системи водозабору, м,

$$r_{пр} = 0,37b, \quad (1.7)$$

де b – половина довжини ряду свердловини, м.

При однаковій продуктивності всіх колодязів системи, рівнозначного величині, зворотній кількості свердловин в ній, відношення дебіту свердловини визначається за відношенням

$$\alpha = \frac{1}{N_{св}}. \quad (1.8)$$

Величина можливого зниження не повинна перевищувати значення допустимого зниження рівня води в свердловині, яке визначається за співвідношенням [3]

$$S_0 \leq S_{доп} = 16,6 < 201,55 \quad (1.9)$$

Витрата однієї взаємодіючої свердловини визначається залежністю [3]

$$q_{вз.св} = \frac{Q_{max}^{доб}}{n_{св}}. \quad (1.10)$$

Взаємодія між колодязями спостерігається при $2l \leq \sum R$. Зазначену обставину варто враховувати при призначенні відстані між свердловинами. У тих випадках, коли збільшення, призводить до підвищення вартості на будівництво й експлуатацію трубопроводів, що поєднують свердловини, доцільно його зменшити, допустивши взаємний вплив свердловин, тобто зменшення дебіту або зниження динамічного рівня для одержання розрахункової кількості води.

Орієнтовно відстань між свердловинами варто приймати за табл. 1.2.

Таблиця 1.2

Допоміжна таблиця для визначення відстані між свердловинами

Тип водоносної породи	Відстань між свердловинами при їхній продуктивності, м ³ /год
-----------------------	--

	До 20	20-100	100-500
Пісок дрібний	50	50-70	70-100
Пісок середньозернистий	70-100	100-150	120-150
Пісок крупнозернистий	100-120	120-150	150-200

Підставивши у формулу (1.1) значення зниження рівня S_0 , одержуємо витрату свердловини, що не повинна бути менше $q_{вз.св}$, отриманого за формулою (1.10). Якщо не буде виконуватися умова $q_c \geq q_{вз.св}$, **тоді відстань між свердловинами варто збільшити.**

Тоді 554 > 475 у нас умова виконується

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ

1. Що входить до складу водозабірної споруди входить.
2. Основні вимоги водозабору.
3. Взаємодія свердловин, насосних станцій і збірних водоводів.
4. Каптаж джерельних вод. Конструкції, умови використання.
5. Конструкції і розрахунок поглинаючих свердловин.

Практична робота №2

Розрахунок збірних водопроводів. Визначення продуктивності насосу і вибір типу насосу Визначення діаметра фільтру свердловини

МЕТА: закріпити навички гідравлічного розрахунку водопровідних мереж. Ця робота допоможе визначити необхідну продуктивність насосного обладнання, підібрати його тип та розрахувати діаметр фільтру свердловини для забезпечення

1. Розрахунок збірних водопроводів

Водопроводи влаштовуються для транспортування води від свердловини до резервуарів чистої води.

Для надійності і безперебійності забезпечення водою об'єктів наприкінці водоводу встановлюються запасні резервуари, що забезпечують запас води на час ліквідації аварій на водоводі. Число резервуарів приймається не менше двох (рис.2.3).

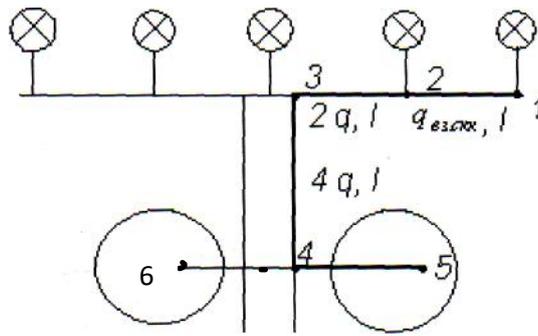


Рисунок 2.3 – Схема влаштування двох резервуарів наприкінці водоводу

Місткість цих резервуарів визначаємо за формулою [4]

$$W = Q_{ab} T_{ab} = (950 \text{ м}^3 / \text{діб} / 24 \text{ год}) \cdot 3 \text{ год} \cdot 8 \text{ годин (час аварії)} = 950 \text{ м}^3, \quad (2.11)$$

де Q_{ab} – аварійний запас води, що приймається **рівним трьом годинним витратам від загальної потреби у воді селища;**

T_{ab} – час, необхідний для ліквідації аварії, приймається 8 годин.

Для розрахунку вибираємо самий не вигідний варіант, коли працюють найбільш віддалені від резервуарів свердловини. Витрати на кожній з ділянок, приймаємо при швидкості в трубах до 1 м/с за таблицями в додатку [5], визначаємо діаметри труб, гідравлічний похил і втрати напору на кожній ділянці

$$h = i \cdot l \quad (2.12)$$

Наприклад: по таблиці маємо при $d = 100$ мм, вибираємо швидкість

$$v = 0,86 \text{ м/с і } Q = 7 \text{ л/с при } 1000 \text{ і } = 14,6$$

$$h_{1-2} = i \cdot l = (14,6 / 1000) \cdot 200 \text{ м} = 1,46 \text{ м}$$

$$h_{1-2} = h_{2-3} = 1,46 \text{ м}$$

$$h_{3-4} = (10,3 / 1000) \cdot 150 = 1,55 \text{ м}$$

$$h_{4-5} = h_{5-6} = (6,3 / 1000) \cdot 100 = 0,63 \text{ м}$$

Для водоводу приймаємо **сталеві труби**. Результати розрахунків зводимо в табл.1.3.

Таблиця 2.2

Граничні значення швидкостей V_{ep} і витрат Q_{ep} у залежності від діаметра труб

d , мм	$V_{гр}$, м/с	$Q_{гр}$, л/с	d , мм	$V_{гр}$, м/с	$Q_{гр}$, л/с
50	0,75	1,5	400	1,15	145
75	0,75	3,3	450	1,20	190
100	0,76	6	500	1,25	245
125	0,82	10	600	1,3	365
150	0,85	15	700	1,35	520
200	0,95	30	800	1,4	705
250	1,02	50	900	1,45	920
300	1,05	74	1000	1,53	1200
350	1,10	106	1100	1,55	1475

Таблиця 2.3

Розрахунок водопроводу

Номер ділянки	Довжина ділянки, м	Витрати на ділянці, $Q_{гр}$, л/с	Діаметр труби, мм	$1000 i$	Втрати напору на ділянці, $h = il$,
1-2	200	7	100	14,6	1,46
2-3	200		100		1,46
2-4	300		150		1,55
4-5	200		200		0,63
4-6	200		200		0,63
Разом	$\Sigma 900$				$\Sigma 5,49$

Схема водопроводу представлена на рис. 2.4.

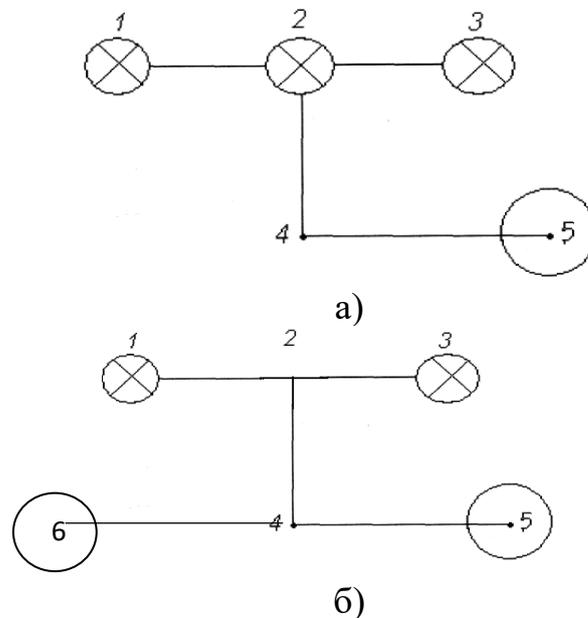


Рисунок 2.4 – Схема водопроводу:
а) для 3 свердловин; б) для 2 свердловин

2. Визначення продуктивності насосу і вибір типу насосу

Насос підбирається за необхідною витратою свердловини і необхідною висотою підйому.

Необхідна витрата визначається за формулою [3]

$$q_n = \frac{q_c}{T}, \quad (2.13)$$

де T – час роботи насосу, год. 24 год = 1 доба

Необхідна висота підйому води насосом буде складати

$$H = H_\Gamma + 1,1 \sum h = 52,6 \text{ м}, \quad (2.14)$$

де $\sum h$ – втрати напору по довжині від свердловини до резервуару, м;

l, l – коефіцієнт, що враховує місцеві втрати;

H_Γ – геодезична висота підйому, м.

Геодезична висота підйому дорівнює

$$H_\Gamma = h_{сер} + S_0 + H_H + (Z_p - Z_{св}), \quad (2.15)$$

де $h_{сер}$ – відстань від поверхні землі до статичного рівня в свердловині, м
при $h_{сер} = 3-5$ м;

S_0 – водозниження при взаємодії свердловин, м;

H_H – заглиблення насоса під динамічний рівень, 5 м;

Z_p – рівень води в резервуарі, м;

$Z_{св}$ – відмітка поверхні свердловини, м.

За необхідної подачі і напору в каталозі [2] або довіднику [4] підбираємо заглибний насос марки ЕЦВ [1].

Свердловинні насосні агрегати:

1. Занурювані насоси можуть використовуватися як проміжні насоси в системі.

Занурюваний насос можна використовувати вертикально або горизонтально.

2. Канали для піску в підшипниках, зроблені з гумового матеріалу, дозволяють частинкам піску, що перекачуються, в рідині залишати насос, не пошкоджуючи підшипники.

3. Фільтр із нержавіючої сталі, що запобігає попаданню частинок, розмір яких перевищує певний, у насос.

Для водозабірних свердловин використовують глибинні насосні агрегати. Вони складаються з двох частин – двигуна і насоса. Після розрахунку параметрів насоса, визначають потужність приводного двигуна.

Потужність, спожиту насосом визначають по розрахунковим значенням витрати і напору в робочій точці характеристик $H_H=f(Q)$ і $h_{тр}=f(Q_{св})$ за формулою [4]

$$N_H = \frac{g Q_H H_H}{\eta}, \quad (2.16)$$

Q_H - продуктивність насосу, м³/с;

H_H - напір насосу, м;
 η - ККД насосу, $\eta = 0,70 - 0,75$;
 g - прискорення вільного падіння.

3. Визначення діаметра фільтру свердловини

При бурінні свердловин у крихких породах водопримальну частину обладнують фільтрами.

При заборі води з водоносного горизонту, який представлений середньозернистими пісками варто облаштувати водопримальну частину сітчастим фільтром. Опорний каркас для сітки квадратного плетива приймаємо з дірчастої труби.

Діаметр фільтру визначаємо за формулою [3]

$$D_{\phi} = \frac{q_c}{\pi \cdot l_{\phi} \cdot P \cdot v_0} = 0,15 \text{ м} = 150 \text{ мм}, \quad (2.17)$$

де q_c – максимальне надходження води в свердловину при експлуатації, м³/добу;

l_{ϕ} – довжина робочої частини фільтру, визначаємо за формулою [4]

$$l_{\phi} = (0,5 \dots 1,0) \cdot m, \quad (2.18)$$

де P – шпаруватість фільтру, яка залежить від типу фільтру; для сітчастих фільтрів, $P = 1$;

v_0 – допустима вхідна швидкість фільтрації, яка знаходиться за формулою

$$v_0 = 65 \cdot \sqrt[3]{K_{\phi}}. \quad (2.19)$$

ПРИКЛАД: Фільтр для свердловини ПВХ Ø140 мм поліпропіленове напилення. Діаметр 140 мм.

Довжина труби – 3 м.

Довжина фільтрової частини – 2,7 м.

Матеріал труби: НПВХ.

Матеріал фільтру: поліпропіленове напилення.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ

1. Споруди для забору води з морів та океанів.
2. Особливості забору води з каналів.
3. Водозабірні споруди на річках з недостатніми глибинами, гірських річках.

Практична робота №3 Розрахунок зон санітарної охорони водозабору

МЕТА: засвоїти принципи захисту джерел водопостачання від забруднення. Студенти навчаються розраховувати зони санітарної охорони (ЗСО) трьох поясів, що є критично важливим для забезпечення екологічної безпеки та якості питної води.

ТЕОРІЯ

Визначення розмірів санітарної захисної зони (СЗЗ), яке є метою роботи, має велике практичне, господарське значення, оскільки поряд з іншими заходами є методом екологічного захисту підземних вод, що використовуються для водопостачання.



Рисунок 3.1 - Потенційний Забруднювач підземних вод

Геометричні параметри СЗЗ залежать від гідродинамічних характеристик у водоносному горизонті за встановленого режиму водозабору, геологічних і гідрогеологічних умов території.

Ширину області захоплення водозабірної споруди визначають величиною $2d$.

$$2d = \frac{4 \cdot T \cdot Q}{m_b \cdot n \cdot (R+r)}$$

де d – половина ширини області захоплення, м;

Q – добова продуктивність водозабірних споруд, м³/добу;

n – активна пористість ґрунту, що складає водоносний шар;

m_b – потужність водоносного пласта;

T – розрахунковий час просування осередку забруднення до водозабірної споруди, днів;

R – величина основного захоплення (в напрямку руху води), м;

r – протяжність СЗЗ вниз по потоку;
 q – одинична витрата потоку;
 N – водороздільна точка,
 L – довжина СЗЗ (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Основні параметри розрахунку СЗЗ (лініями на рисунку показано основні маршрути надходження води при водозаборі)

Одиничну витрату на 1 м ширини потоку підземних вод у місці розташування водозабору в природних умовах визначають за формулою:

$$q = K_{\phi} \cdot m_b \cdot i$$

де i – величина нахилу водної поверхні; K_{ϕ} – коефіцієнт фільтрації. Віддаль основного захоплення емпірично описують рівнянням:

$$R = \frac{q \cdot T}{m_b \cdot n} + 3 \cdot X$$

Виконання практичної роботи дасть змогу переконатися у тому, що обчислені параметри СЗЗ забезпечать довготривале використання підземних вод для питного водопостачання без проникнення вірогідного забруднювача. Аналогічні розрахунки еколог повинен здійснювати для різних природних умов.

ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ:

Розрахувати СЗЗ для проектного водозабору, продуктивність якого дорівнюватиме 1,7 тис. м³/добу. Потужність водоносного горизонту — 32 м, коефіцієнт фільтрації 8,5 м/добу, активна пористість порід — 0,2, нахил водного дзеркала — 0,003; час міграції вірогідних забруднень — 300 діб. Розрахунковий період експлуатації водозабору — 25 років.

Розраховуємо основні геометричні характеристики СЗЗ:

1. **Одинична витрата на 1 м ширини потоку підземних вод у місці розташування водозабору в природних умовах становить:**

$$q = K_{\phi} \cdot m_b \cdot i \quad (3.1)$$

$$q = 8,5 \cdot 32 \cdot 0,003 = 0,82 \text{ м}^3/\text{добу}$$

2. **Віддаль від водозабору до вододільної точки становить:**

$$X_p = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot q} \quad (3.2)$$
$$X_p = \frac{1700}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,82} = \frac{1700}{5,15} = 330 \text{ м}$$

3. **Величина основного захоплення:**

$$R = \frac{q \cdot T}{m_b \cdot n} + 3 \cdot X_p \quad (3.3)$$

$$R = \frac{0,82 \cdot 300}{32 \cdot 0,2} + 3 \cdot 330 = \frac{246}{6,4} + 990 = 1028 \text{ м;}$$

4. **Величина другорядного захоплення дорівнює:**

$$r \cong X_p \quad (3.4)$$

$$r \cong 330 \text{ м;}$$

- Загальна протяжність СЗЗ в довжину становить:**

$$L = R + r \quad (3.5)$$

$$L = 1028 + 330 = 1358 \text{ м;}$$

6. **Визначаємо ширину СЗЗ за формулою:**

$$2d = \frac{4 \cdot T \cdot Q}{m_b \cdot n \cdot (R + r)} \quad (3.6)$$

$$2d = \frac{4 \cdot 300 \cdot 1700}{32 \cdot 0,2 \cdot (1358)} = 234,7 = 235 \text{ м}$$

$$\text{Відповідно } d = \frac{235}{2} = 117,5 \text{ м}$$

Після проведення розрахункових робіт, **можна зробити висновок**, що для належного захисту водозабору необхідно спроектувати СЗЗ шириною 235 м і

загальною довжиною 1358 м (1028 м величина основного захоплення і 330 м віддаль від водозабору до вододільної точки в напрямку потоку).

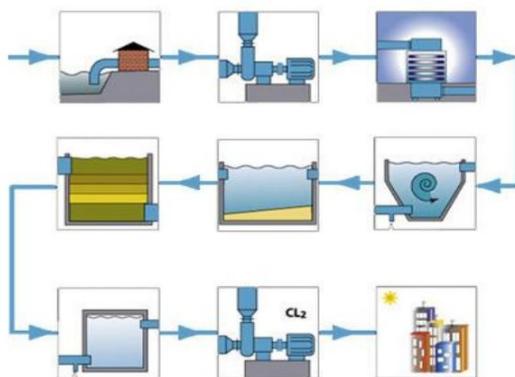
ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ

1. Розрахунок ЗСО для ізольованого, необмеженого пласта без урахування руху підземних вод.
2. Розрахунок часу вертикального проникнення забруднених вод.
3. Розрахунок ЗСО для ізольованого, необмеженого пласта з урахуванням руху підземних вод.
4. Побудувати графічно (за масштабом) отримані пояси ЗСО на ситуаційному плані відповідної ділянки.
5. Надати оцінку стану режиму ЗСО даного водозабору, виявити можливі порушення режиму ЗСО відповідно до вимог чинних нормативних документів.

Практична робота № 4

Визначення продуктивності станції очистки. Розрахунок основних споруд станції очистки води і їхнє висотне розташування

МЕТА: отримати навички проектування станцій очистки води. Ця робота охоплює розрахунок продуктивності станції, а також визначення розмірів та висотного розташування основних споруд, таких як відстійники, фільтри та резервуари, що забезпечує гравітаційний потік води та мінімізує енерговитрати.



До складу споруд повинні входити змішувачі, куди вводять розчини реагентів, які готують в приміщенні реагентного господарства, і де відбувається змішування їх з водою; камери утворення пластівців, де відбувається формування пластівців коагулянту; відстійники для виділення суспензії з води; фільтри для остаточного прояснення води.

Потім вода повинна бути спрямована в резервуар чистої води для контакту її з знезаражувальним реагентом і на насоси II-го підйому для подачі споживачеві. В схемі необхідно передбачити споруди для обороту промивних вод у вигляді резервуарів для збору і накопичення промивних вод фільтрів і піскоуловлювачів та споруди обробки осадів, які відкачують з відстійників.

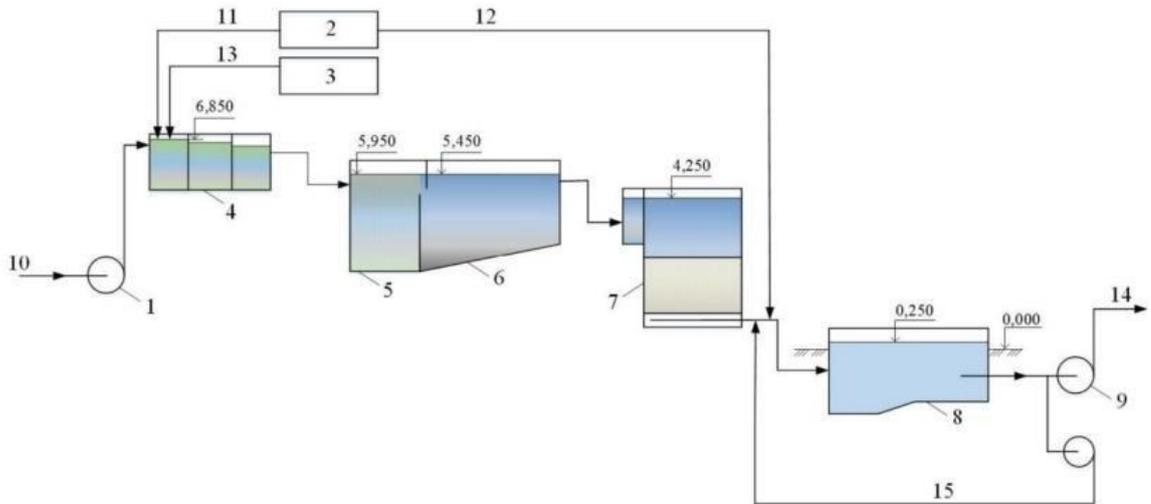


Рисунок 4.1 – Висотна схема основних споруд двоступеневої очистки поверхневих вод із застосуванням горизонтальних відстійників і швидких фільтрів:

1 – насосна станція I-го підйому; 2 – хлораторна; 3 – Реагентне господарство; 4 – змішувач; 5 – камера утворення пластівців; 6 – горизонтальний відстійник; 7 – швидкий фільтр; 8 – резервуар чистої води; 9 – насосна станція II-го підйому; 10 – подача вихідної води; 11 – первинне хлорування; 12 – вторинне хлорування; 13 – подача розчинів реагентів (коагулянт, флокулянт); 14 – подача води споживачам; 15 – промивна вода.

При очищенні води за одноступінчастою схемою (рисунок 1.2) до складу споруд можуть входити апарати для затримання великої суспензії і плаваючих предметів – барабанні сітки, змішувачі, контактні освітлювачі, резервуари чистої води. Для цієї схеми витрата води на власні потреби, як правило, перевищує нормативні дані та досягає 8–10%, тому обов'язково необхідно передбачити повторне використання промивних вод з метою скорочення витрат води та запобігання забруднення водойм.

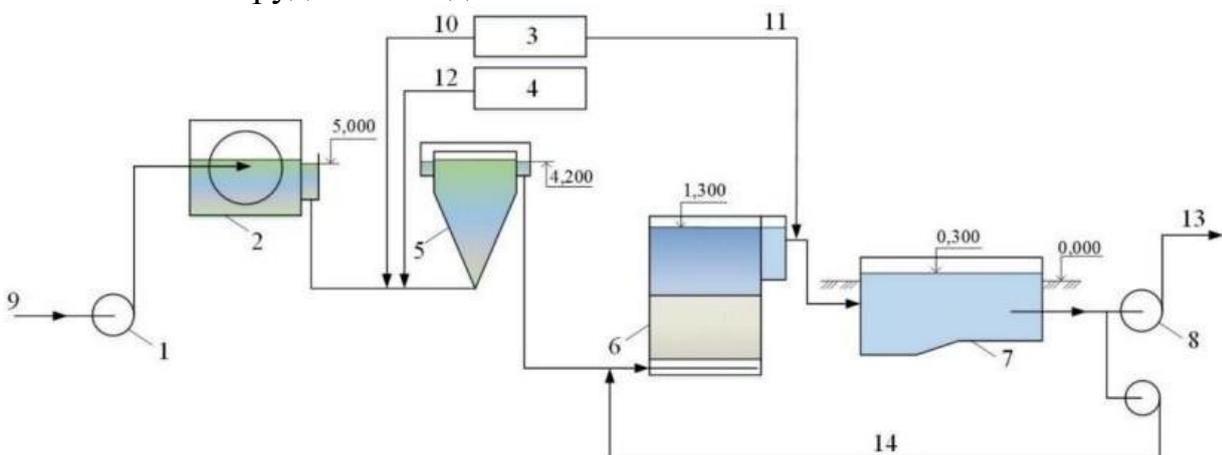


Рисунок 4.2 – Висотна схема основних споруд одноступінчастої очистки поверхневих вод:

1 – насосна станція I-го підйому; 2 – мікрофільтри; 3 – хлораторна; 4 – реагентне господарство; 5 – змішувач; 6 – контактний освітлювач; 7 – резервуар чистої води; 8 – насосна станція II-го підйому; 9 – подача вихідної води; 10 – первинне хлорування; 11 – вторинне хлорування; 12 - подача розчинів реагентів (коагулянт, флокулянт); 13 – подача води споживачам; 14 – промивна вода

Водоочисну станцію розраховуємо на рівномірну роботу протягом доби, якщо продуктивність становить не менше 5000 м³/добу. Вихідні дані для проведення розрахунків представлені в додатку 1.

Станцію розраховують на пропуск витрати, що подається споживачам (корисна продуктивність), і витрати на власні потреби (приготування розчинів реагентів, промивка фільтрів, господарські потреби станції і т.д.), а також витрати на поповнення запасу води для протипожежних цілей.

Повна добова продуктивність (м³/добу) очисної станції [2]

$$Q_{n.d.n} = \alpha Q_{n.g.} + Q_{дод.}, \quad (4.1)$$

а погодинна продуктивність (м³/год)

$$Q_{n.g.} = Q_{n.d.}/24, \quad (4.2)$$

де α — коефіцієнт; для станцій з повною добовою продуктивністю більше 50 тис. м³/добу — $\alpha = 1,05$;

менше 50 тис. м³/добу — $\alpha = 1,1$;

$Q_{n.d.}$ — задана корисна продуктивність станції, м³/добу;

$Q_{дод.}$ — витрата на поповнення пожежного запасу, м³/добу

$$Q_{дод.} = \frac{3,6 \cdot n \cdot q_{max} \cdot t_{max}}{T_{пож.}}, \quad (4.3)$$

де n — число одночасних пожеж;

q_{max} — норма витрати води на одну пожежу, л/с;

t_{max} — розрахункова тривалість пожежі, год;

$T_{пож.}$ — час відновлення пожежного запасу, год; приймаємо відповідно до ВБН 46/33–2.5–5–96.

При обладнанні системи для зворотного використання промивної води витрата на власні потреби може бути зменшена у 2...2,5 рази.

1. Розрахунок основних споруд станції очистки води і їхнє висотне розташування

Реагентне господарство

Реагентне господарство включає в себе склади реагентів, розчинні і витратні баки, дозатори і трубопроводи.

Розмір та об'єм споруд реагентного господарства залежить від кількості і якості реагентів, що застосовуються на станції. Для інтенсивної очистки природної води від зважених речовин і для зниження кольоровості воду обробляють коагулянтами.

Рекомендують застосовувати у якості коагулянту **сіркокислий алюміній** $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$.

Орієнтирну (розрахункову) дозу коагулянту визначають відповідно до рекомендацій ВБН 46/33–2.5–5–96 за максимальною каламутністю води в джерелі або за максимальною її кольоровістю.

Для кольорових вод дозу коагулянту визначаємо за формулою [3]

$$D_K = 4\sqrt{Ц}, \quad (4.4)$$

де $Ц$ — кольоровість води, градуси. Для каламутних вод за табл. 1.1.

Таблиця 4.1

Допоміжна таблиця для визначення дози коагулянту

Каламутність води, мг/л	До 100	100	200	400	600	800	1000
Доза коагулянту, мг/л	25... 35...	30... 40...	35... 45...	46... 50...	50... 60...	60... 70...	70... 80...

Технологічні схеми очистки води із застосуванням реагентів представлені на рис.4.1.

При нестачі природної лужності для проведення процесу коагуляції вихідну воду необхідно підлужувати. Дозу луку можна розраховувати за формулою

$$D_L = \frac{E_1(D_K/E_2 - L + 1) \cdot 100}{C}, \quad (4.5)$$

де D_L — доза реагенту (товарного продукту) для підлуження води, мг/л;

E_1 і E_2 — еквівалентна маса активної частини реагенту відповідно для підлуження і коагулянту, мг (мг екв) (за табл. 2 [1]);

D_K — доза коагулянту у перерахунку на безводну активну речовину, мг/л;

L — загальна лужність води, яку обробляють, мг екв/л;

C — вміст активної речовини у реагенті для підлуження води, $C = 35\%$.

Якщо D_L виходить зі знаком мінус, то природна лужність достатня і підлужування не потрібно.

Заготівлю, зберігання, приготування розчинів (суспензій) і дозування реагентів проводять у спеціальних приміщеннях, які мають склади мокрого та сухого зберігання коагулянту, флокулянта, кальцинованої соди, активованого вугілля, кремніє-фтористого натрію та ін.; розчинні і витратні баки; насоси для перекачки і дозування сухих реагентів.

При зберіганні коагулянту на станції очистки у сухому виді (сухе зберігання) площу складу (м²) розраховують за формулою [3]

$$F_{скл.} = \frac{Q_{п.д.} \cdot D_K \cdot T \cdot K_1}{C_0 \cdot \gamma \cdot H}, \quad (4.6)$$

де T — термін зберігання коагулянту на складі, доба; для станцій продуктивністю до 25 тис. м³/добу складає не менш 30 діб;

більше 25 тис. м³/добу – 40 діб;

K_1 — коефіцієнт, що визначає площу переходів на складі, $K_1 = 1,15$;

C_0 — вміст безводного продукту у реагенті, $C_0 = 33,5 \dots 40,3 \%$;

γ — щільність коагулянту, $\gamma = 1,1 \dots 1,4$ т/м³;

H — висота шару коагулянту на складі, до 2 м.

Обладнання для змішування

Для рівномірного розподілу реагентів у масі води, яка оброблюється, і забезпечення протікання реакції у всьому її об'ємі необхідно повне і швидке перемішування. Змішування реагентів з водою проводять у змішувачах гідравлічного типу, а також в змішувачах механічного типу при відповідному обґрунтуванні.

Кількість змішувачів — не менше двох. В обхід змішувача передбачають обвідний трубопровід з розміщенням у ньому устаткування введення реагентів замість резервного змішувача.

Змішування реагентів з водою повинно бути закінчено впродовж 1...2 хвилин при мокрому, і не більш 3 хвилин при сухому дозуванні реагентів.

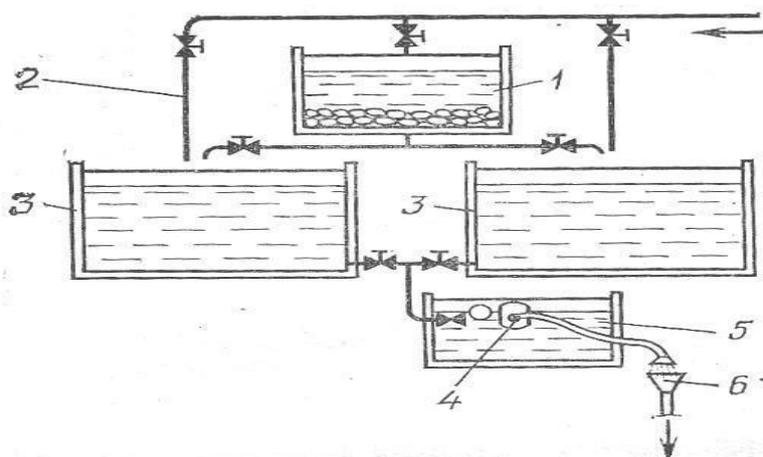


Рисунок 4.3 – Схема реагентного господарства:
 1-Розчинний бак. 2.Подача води. 3.Витратні баки. 4.Засувка.
 5.Бачок дозатора. 6.Дозуюча діафрагма.

2. Приготування розчинів реагентів

Розчинні і витратні баки для реагентів можуть бути сполученої конструкції. У цьому випадку у витратний бак розміщують менший за об'єм розчинний бак. Якщо баки розміщують окремо друг від друга, тоді їх поєднують трубопроводами і затворною арматурою. Для того, щоб прискорити розчинення реагентів і перемішування, у розчинні баки подають підігріту воду і стиснуте повітря.

Розчинні баки обладнують колосниковими решітками. Баки місткістю менше 1,5 м³ роблять з деревини, пластмаси (вінілпластмаси, полістиролу), металу і футерують пластмасою. При місткості більше 1,5 м³ баки звичайно виготовляють з залізобетону прямокутної форми з антикорозійним захисним покриттям (рис. 4.4-4.5).

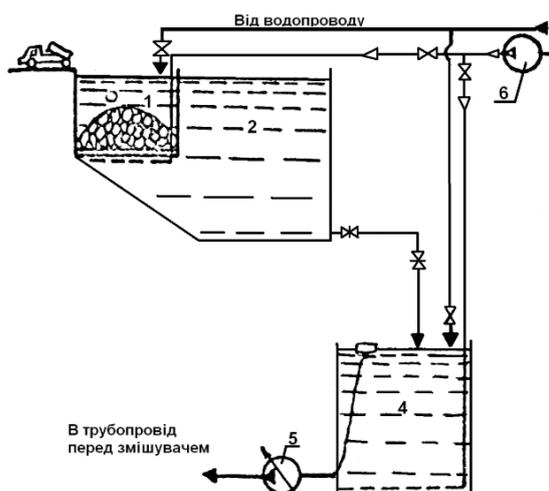


Рисунок 4.4 – Технологічна схема приготування коагулянту при його мокрому зберіганні

На водопровідні очисні споруди коагулянт доставляють автосамоскидами або залізничними вагонами при великій продуктивності, завантажують розчинні баки 1, де готують 17% розчин. При мокрому зберіганні коагулянту його насичений 17% розчин зберігається в баках-сховищах 2, звідки при існуючій можливості переливають у витратний бак без установки кислотостійкого насоса.

Насичений розчин відбирається з бака-сховища із верхнього шару через шланг, прикріплений до поплавця. Для розведення приготовленого 17%-го розчину коагулянту до 5-7%-ої концентрації у видатковий бак 4 подається вода. Потім цей розчин насосом-дозатором 5 перекачують трубопроводом перед змішувачем. Для поліпшення процесу розчинення коагулянту при перемішуванні баки повітрорудвкою 6 нагнітається повітря.

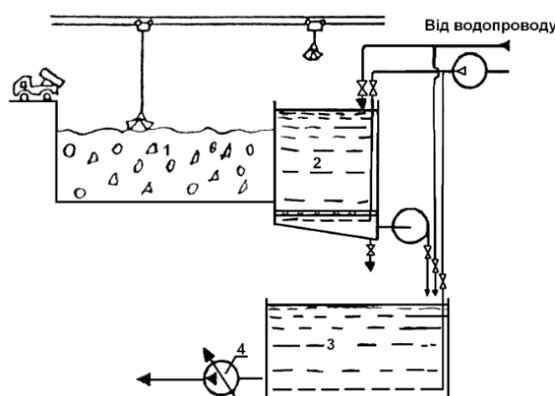


Рисунок 4.5 – Сухе зберігання коагулянту:

1 – склад; 2 – розчинний бак; 3 – витратний бак; 4 – насос-дозатор.

Концентрацію розчину коагулянту в розчинних баках, рахуючи по чистому та безводному продукту, слід приймати: до 17% - для неочищеного; до 20% - для очищеного шматкового; до 24% - для очищеного гранульованого коагулянту; у видаткових баках – від 5% до 12% (СНіП п.6.22.).

Розрахункову корисну місткість (m^3) розчинного баку коагулянту визначають за рівнянням [3]

$$W_{розч.} = \frac{Q_{н.г.} \cdot t \cdot D_K}{C_P \cdot \gamma \cdot 10000}, \quad (4.7)$$

де $Q_{н.г.}$ — розрахункова витрата води, яку обробляють, $m^3/год$;

t — час, необхідний для приготування розчину коагулянту, $t = 10 \dots 12$ год; при малій продуктивності станції очистки $t = 12 \dots 24$ год, тривалість роботи станції t залежить від продуктивності очисних споруд:

до 10 тис. $m^3/добу$ – 1224 год.,
 10-50 тис. $m^3/добу$ – 8-12 год.,
 50-100 тис. $m^3/добу$ – 6-8 год.;
 Більше 100 тис. $m^3/добу$ – 3 год.

C_P — концентрація розчину коагулянту у розчинному баку, %; до 17 % для неочищеного і до 20 % для очищеного (у витратних баках до 5...12 %) за рекомендаціями ВБН 46/33–2.5–5–96;

γ — щільність розчину, $\gamma = 1 \text{ т}/m^3$.

Кількість баків — не менше двох, тоді місткість (m^3) одного

$$W^*_{розч.} = W_{розч.}/n, \quad (4.8)$$

де n — кількість баків.

В залежності від робочої висоти баку h , яку звичайно приймають рівною 0,6...2,5 м над колосниковою решіткою, визначають площу (m^2) баку

$$f = W^*_{розч.}/h \quad (4.9)$$

Якщо квадратна форма баку, розмір його сторін дорівнює

$$a = b = \sqrt{f} \quad (4.10)$$

У нижній частині стінки розчинних баків розташовуються під кутом 45° до горизонту для неочищеного коагулянту і 15° для очищеного. Для спустошення баків і викидів опадів передбачають трубопровід діаметром 150 мм.

Об'єм (m^3) витратного баку визначають за формулою [3]

$$W_{випр.} = \frac{W_{розч.} \cdot C_P}{C_D}, \quad (4.11)$$

де C_D — концентрація робочого розчину коагулянту у витратному баку;
 $C_D = 5...12\%$.

3. Розрахунок горизонтального змішувача

Приймаємо горизонтальний змішувач — лоток з трьома поперечними вертикальними перегородками (рис. 4.6).

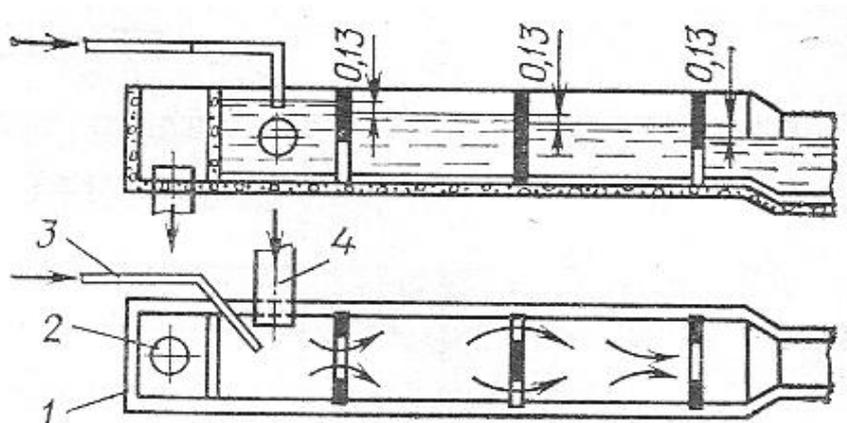


Рисунок 4.6. Схема перестінчастого змішувача

1- Корпус. 2- Перелив. 3- Подача реагенту. 4- Подача води.

Переріз лотка при швидкості руху води $v_n = 0,6$ м/с [3]

$$f_n = q/v_n, \quad (4.12)$$

де $q = Q_{n.z.}/3600$ (м³/с) — щосекундна продуктивність.

Висота шару води в кінці змішувача після перегородок $H = 0,4$ м.

Ширина лотка визначається за формулою

$$B_n = f_n/H, \text{ м.} \quad (4.13)$$

Втрати напору в кожному звуженні перестінчастого змішувача при швидкості води у них $v_c = 1$ м/с

$$h_c = v_c^2/(\mu^2 \cdot 2g), \text{ м,} \quad (4.14)$$

де μ — коефіцієнт витрати, який залежить від відношення звуженого бічного проходу B_{II} до товщини перегородки δ , при $B_{II}/\delta = 1; \mu = 0,75$. При $B_{II}/\delta = 1...2; \mu = 0,75...0,65$.

При наявності трьох перегородок загальна втрата напору у звуженнях усього змішувача $\sum h_c = 0,39$ м.

Розміри звужених проходів для води в центральній перегородці, де є два бічних звуження [3]

$$f_{c,u} = 0,5q/v_c, \text{ м}^2, \quad (4.17)$$

де $q = Q_{n.z.}/3600$ (м³/с) — щосекундна продуктивність.

Глибина затоплення проходів від рівня води до їхнього верху повинна бути 0,1...0,15 м. Висота у світлі кожного з двох бічних проходів в центральній перегородці.

Необхідна ширина кожного звуженого бічного проходу

$$B_{\Pi} = f_{c,u}/h_{\Pi}, \text{ см.} \quad (4.18)$$

У першій і другій перегородках влаштовують по одному центральному звуженому проходу. Площа одного проходу

$$f_{1,3} = q/v_c, \text{ м}^2. \quad (4.19)$$

Ширина центрального проходу у третій перегородці

$$B_3 = f_3/h_{\Pi}, \text{ м.} \quad (4.20)$$

Відстань між перегородками по довжині змішувача

$$l = 2B_l, \text{ м.} \quad (4.21)$$

4. Розрахунок швидких фільтрів



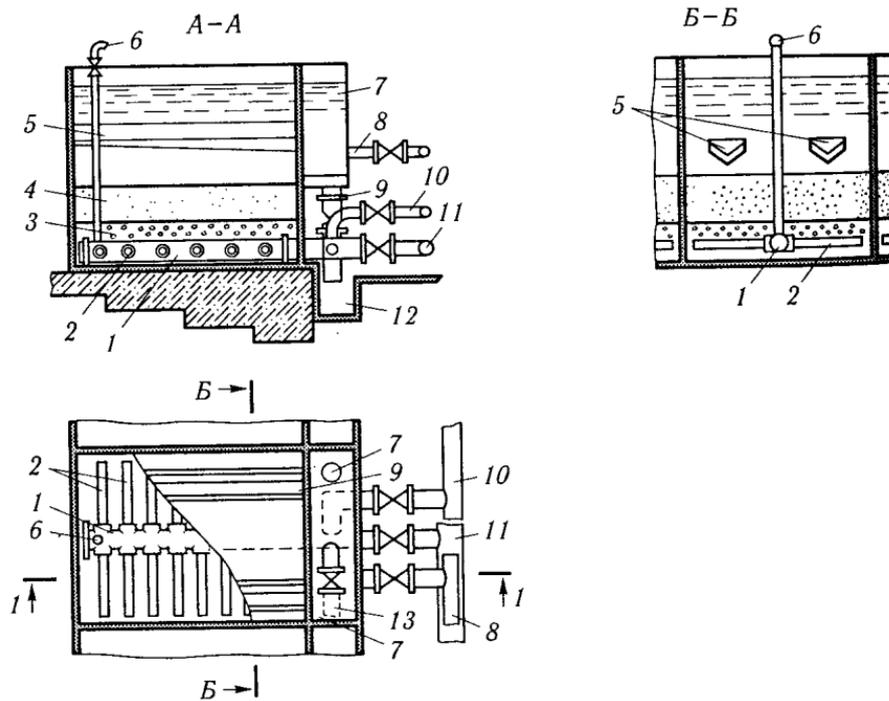


Рисунок 4.7 – Схема відкритого швидкого фільтра з бічною кишенею:

1 – магістральні труби; 2 – відгалуження розподільної системи; 3 – підтримувальний шар гравію; 4 – кварцовий пісок; 5 – водозбірні жолоби; 6 – повітряний клапан; 7 – бічна кишеня; 8 – подавання вхідної води; 9, 10 – подавання і відведення промивної води; 11 – відведення фільтрату; 12 – водостік; 13 – скидання першого фільтрату

Промивають швидкий фільтр через 12-72 год, зворотнім током води. При русі води знизу вверх фільтруючий шар розширюється і переміщується. Тривалість промивки 3-8 хвилин.

Сумарну площу швидких фільтрів визначаємо за формулою [3]

$$F_{\phi} = \frac{Q_{станц.}}{T_{см} \cdot v_n - n_{пр} \cdot q_{пр} - n_{пр} \cdot \tau_{пр} \cdot v_n}, \quad (4.22)$$

де $Q_{станц.}$ — продуктивність станції, м³/добу (додаток 1);

$T_{см}$ — тривалість роботи станції, год., $T_{см} = 18$ год;

v_n — розрахункова швидкість фільтрації, м/год;

$n_{пр}$ — кількість промивок протягом доби; $n_{пр} = 2$;

$q_{пр}$ — витрати води на одну промивку, м³/добу;

$\tau_{пр}$ — час простою при промивці водою 0,33 год; при промивці з повітрям — 0,5 год.

Кількість фільтрів визначаємо за формулою

$$N_{\phi} = 0,5 \sqrt{F_{\phi}}. \quad (4.23)$$

Площа одного фільтру

$$f = F_{\phi} / N_{\phi}. \quad (4.24)$$

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ

1. Які основні методи застосовують для очищення природних вод?
2. Які фактори визначають вибір технології підготовки води?
3. На які основні групи поділяють процеси підготовки?
4. Як здійснюють прояснення води?
5. Як здійснюють знебарвлення води?
6. Для чого і як здійснюють знезараження води?
7. Основні умови розміщення технологічних процесів і споруд у певній послідовності.
8. Охарактеризуйте основні технологічні схеми підготовки питної води з поверхневих джерел.
9. Класифікації основних технологічних схем підготовки питної води.
10. Порівняйте реагентні й безреагентні технологічні схеми підготовки питної води.
11. Як розділяють схеми підготовки води за кількістю технологічних процесів і числом ступенів кожного з них?
12. Які технологічні схеми розрізняють за ефектом прояснення?
13. Які технологічні схеми розрізняють за характером руху оброблюваної води?
14. Принципи компонування технологічної схеми для очищення вод.
15. Охарактеризуйте рекомендації для попереднього вибору споруд для освітлення та знебарвлення води.

Практична робота №5

Розрахунок зрошувальної мережі на ділянці краплинного зрошення

МЕТА: опанувати методи розрахунку гідромеліоративних систем. Студенти навчаться проектувати зрошувальні мережі, зокрема системи краплинного зрошення, що дозволяє забезпечити ефективний та економічний полив сільськогосподарських культур.

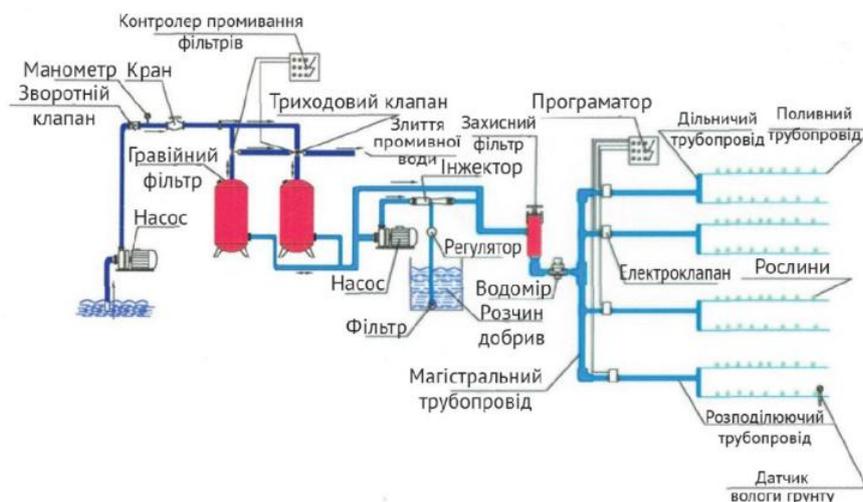


Рисунок 5.1 – Схема системного краплинного зрошення

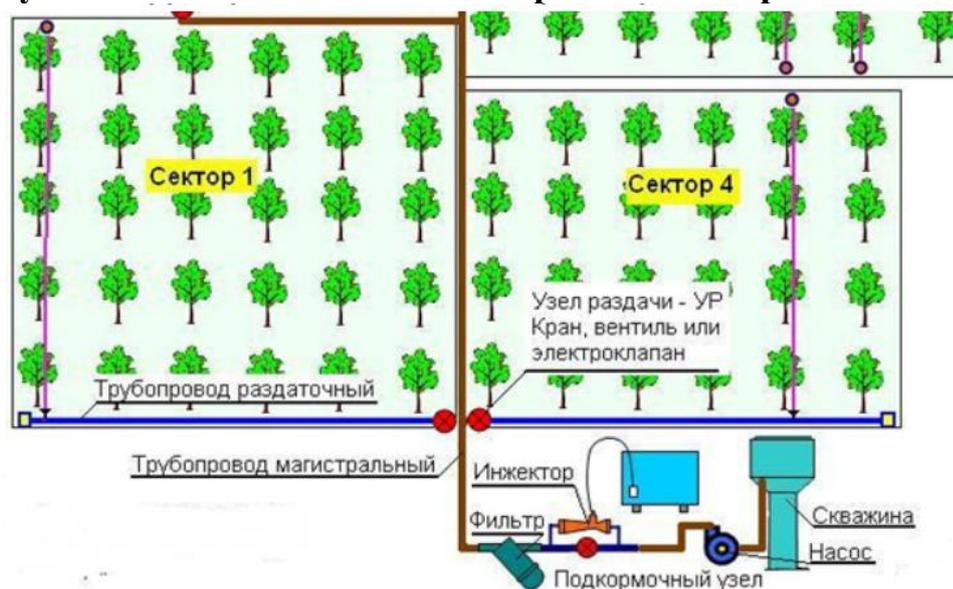


Рисунок 5.2 – Трубопроводи: поливні, магістральні, розподільчі

ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ

Дано: 1. Овочева сівозміна:

Сільськогосподарська культура	Відносний вміст в сівозміні, %	Схема посадки, см
Перець солодкий	20	40+40×40
Кабачки	10	100×40
Помідори	60	60+30×60
Огірки	10	80×40

2. Загальна площа ділянки під краплинне зрошення – 50 га.
3. Тривалість роботи протягом доби – 2 зміни по 8 год.
4. Поливна трубка Aqua-TraXX ERA 7XX2411:
 - діаметр трубки 7/8" (22 мм);
 - товщина стінки 8 mil (0,20 мм);
 - відстань між емітерами 60 см;
 - витрата води 0,57 л/год. на емітер.
5. Поливна вода забирається із відкритого джерела (водосховища).
6. Довжина магістрального трубопроводу складає 130 м.

Необхідно: 1. Визначити подачу насосної станції і пропускну здатність фільтростанції.

2. Визначити кількість поливних блоків, їх площу і лінійні розміри.
3. Визначити потрібну кількість поливних трубок.
4. Розрахувати витрати і підібрати діаметр ділянкових трубопроводів.
5. Скласти схеми поливу.
6. Підібрати фільтри під фільтростанції.

Виконати гідравлічний розрахунок і визначити параметри насосної станції.

Таблиця 5.1.

Середні відстані між поливними стрічками залежно від обліку виду культур

Відстань, см	Зрошувальна культура
70	зелень, морква і капуста, всі сорти кукурудзи, часник
75	всі сорти цибулі, пекінська капуста і морква, картопля
90	перець чілі, кольорова капуста та деякі сорти картоплі, броколі
140	Солодка кукурудза, болгарський перець та помідори
150	патисони, помідор, всі сорти гарбузів та кавунів, арбуз
160	огірки, баклажани, кабачки

160 бравши на підставі водних, маркетингових досліджень набір сільськогосподарських культур, їх площу і фірму – виробника обладнання переходять безпосередньо до розрахунку самої системи краплинного зрошення.

1. Подача насосної станції і пропускної здатності фільтростанції

Для оптимізації роботи насосу, що подає воду на ділянку краплинного зрошення, вибирають режим його роботи цілодобовий в найбільш напружений період (період найбільшого споживання води зрошуваними культурами, піковий період). Витрату визначають із максимального дефіциту водоспоживання самої вологолюбної культури. Дефіцит водоспоживання за кожен декаду зрошуваного періоду і для кожної культури визначають на підставі розрахунку режиму зрошення. Для визначення строків і норм поливу приймають рік 85 %-ї забезпеченості за дефіцитом водоспоживання.

Для попередніх розрахунків, як показав практичний досвід, на півдні України за максимальний щоденний дефіцит водоспоживання (щоденну поливну норму) можна прийняти 60-70 м³/га. Виходячи з цього здійснюють попередній розрахунок пропускної здатності фільтростанції і подачу насоса за формулою

$$Q \geq \frac{m_1 \cdot F}{t} \quad (5.1)$$

Для нашого варіанту максимальну добову поливну норму приймаємо 60 м³/га, а тривалість поливу 16 год, тоді виходячи із завдання маємо:

$$Q = \frac{60 \cdot 50}{16} = 187,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

2. Площа окремого поливного блоку

Виходячи із умови, що поливається один блок одночасно її площа повинна бути не більше розрахованої за формулою

$$F_{\text{бл}} = \frac{Q \cdot d \cdot l}{10 \cdot q} \quad (5.2)$$

де $F_{\text{бл}}$ – площа одного блоку, га;

Q – пропускна спроможність розподільного трубопроводу, м³/год.;
d – відстань між зрошуваними трубками, м;
l – відстань між емітерами на зрошуваній трубі, м;
q – норма вливу води емітером, л/год.

Відстань між крапельними трубками повинна бути:

- томати – 1,4 м,
- огірки - 1,6 м,
- перець солодкий - 1,4 м.
- кабачки – 1,5 м

Витрата одного емітера поливної трубки Aqua-TraXX ERA 7XX2411: складає 0,57 л/год., відстань між емітерами – 0,6 м.

Тоді залежно від культур площа поливного блока повинна бути не більше:

$$\text{Перець солодкий} - F_{\text{бл}} = \frac{187,5 \cdot 1,4 \cdot 0,6}{10 \cdot 0,57} = 27,6 \text{ га}$$

$$\text{Помідори} - F_{\text{бл}} = \frac{187,5 \cdot 1,4 \cdot 0,6}{10 \cdot 0,57} = 27,6 \text{ га}$$

$$\text{Кабачки} - F_{\text{бл}} = \frac{187,5 \cdot 1,5 \cdot 0,6}{10 \cdot 0,57} = 29,6 \text{ га}$$

$$\text{Огірки} - F_{\text{бл}} = \frac{187,5 \cdot 1,6 \cdot 0,6}{10 \cdot 0,57} = 31,6 \text{ га}$$

Так як із року в рік відбувається ротація культур то всі поливні блоки повинні бути площею не більше 2,35 га.

Якщо площа блока відносно велика, через велику розрахункову витрату, то його можуть розбивати на декілька клітин, полив яких ведуть окремо.

Далі визначають попередню кількість поливних блоків. Для цього загальну площу, що займають культури ділять на розрахункову площу одного блоку і округлюють в бік збільшення.

$$n_{\text{бл}} = \frac{F}{F_{\text{бл}}} = \frac{50}{2,35} = 21,3 = 22 \text{ шт}$$

Остаточну кількість блоків і їх площу призначають виходячи і конкретних умов зрошуваної ділянки (загальна площа, конфігурація, рельєф). При правильній площі зрошуваної ділянки – прямокутник, для кращої компоновки кількість зрошуваних блоків повинна бути парною, а ще краще кратною 4. Виходячи із цього **призначаємо 24 поливних блоків по 2,08 га.**

Враховуючи площу, яку повинні займати кожна культура, всього поливних блоків повинно бути 24: із них 15 блоків повинні займати помідори, 5 блоків перець, і по 2 блоки кабачки та огірки.

$$\frac{X - 20\% \text{ перець } x = 10 \text{ га} / 2,08 = 5 \text{ блоків (перець)}}{50 \text{ га} - 100\%}$$

$$X - 60\%$$

50 га – 100% $x = 30 \text{ га} / 2.08 \text{ га (площа одного блоку)} = 15$ блоків (томат)

Наступний етап – визначення геометричних розмірів поливних блоків. Розподільний трубопровід може проходити через поливний блок посередині (із зміщенням), або по межі поливного блока. Більш вигідно, в більшості випадків, розподільний трубопровід розташований по середині зрошувального блока з двосторонньою розводкою зрошувальних трубок, через високу вартість розподільних рукавів. В окремих випадках економічно більш доцільне одностороннє розташування зрошувальних трубок відносно розподільного трубопроводу при незручній конфігурації поля і високих затратах на магістральні трубопроводи.

Другий фактор, що впливає на геометричні розміри поливних блоків – це технічні характеристики зрошувальної трубки, насамперед, рівномірність розподілу витрати води по довжині трубки. На практиці задають 5-15 % нерівномірність розподілу цієї витрати. Для заданої марки трубки при 10 % нерівномірності (90 % рівномірності) поливу, при тиску 0,7 бар в розрахунковому трубопроводі максимальна довжина поливних гонів при нульовому похилі складає **906 м (додаток В-Д)**. ERA 7XX2411 – витрата одного емітера 0,57 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки 7/8 (22 мм), відстань між емітерами 60 см.

Розбиваючи поле на поливні блоки економічно доцільно використовувати поливні гони довжиною 0,7-1,0 від максимальної. Визначивши довжину поливного блока, можна знайти його ширину, що буде дорівнювати довжині розподільного ділянкового трубопроводу. Для цього ділять площу поливного блока на розмах поливних блоків.

В даному прикладі при довжині гону 906 м і площі блока 2,08 га ширина блока, а значить і довжина розподільного трубопроводу повинна бути

$$\frac{10000 \cdot 2,08}{906} = 23 \text{ м}$$

при односторонньому розташуванні зрошувальних трубок, і при двосторонньому:

$$\frac{10000 \cdot 2,08}{2 \cdot 906} = 12 \text{ м}$$

Для прийняття остаточного значення довжини і ширини поливної ділянки необхідно мати на увазі, що оптимальне співвідношення довжини до ширини повинне бути в межах від 1:1 до 1:2. Найкраще цим вимогам відповідають розміри ділянки 453 x 906 м.

3. Розрахунок кількості зрошувальної трубки

Розрахунок кількості зрошувальної трубки ведеться з врахуванням переліку вирощуваних культур, схеми їх посадки і площі вирощування за формулою:

$$L_m = \frac{F_k \cdot 10000}{d} \quad (5.3)$$

Для кабачків як приклад розрахунку:

$$L_m = \frac{5 \cdot 10000}{1,5} = 33333 \text{ м}$$

де L_m – потреба в поливній трубці, м;

F_k – площа, що займає трубка, га;

d – відстань між зрошувальними трубками, м.

Розрахунок потреби в поливній трубці необхідно вести для кожної культури окремо, тому їх зводимо в табл. 5.1

Таблиця 5.2

Розрахунок потреби поливних трубок

Культура	Відсотковий вміст в сівозміні, %	Кількість ділянок	Площа, яку займає культура, га	Відстань між трубками, м	Потреба поливних трубок, тис. м
Кабачки	10	2	5,0	1,5	33,3
Перець	20	5	10,0	1,4	71,4
Помідори	60	15	30,0	1,4	214,3
Огірки	10	2	5,0	1,6	31,3
Всього	100	24	50		350,3

4. Розрахунок витрати і діаметрів ділянкових трубопроводів

Для визначення витрати води на 1 га (гідромодуля) користуються формулою

$$Q_1 = \frac{10 \cdot q}{d \cdot l} \quad (5.4)$$

$$\text{Для перцю: } Q_1 = \frac{10 \cdot 0,57}{1,4 \cdot 0,6} = 6,8 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \text{ на 1 га}$$

$$\text{Для огірків: } Q_1 = \frac{10 \cdot 0,57}{1,6 \cdot 0,6} = 5,9 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \text{ на 1 га}$$

$$\text{Для помідорів: } Q_1 = \frac{10 \cdot 0,57}{1,4 \cdot 0,6} = 6,8 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \text{ на 1 га}$$

$$\text{Для кабачків: } Q_1 = \frac{10 \cdot 0,57}{1,5 \cdot 0,6} = 6,3 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \text{ на 1 га}$$

Після визначення кількості і розмірів поливних блоків уточнюють витрату води на кожен блок:

$$Q_{\text{бл}} = Q_1 \cdot F_{\text{бл}} \quad (5.5)$$

де $Q_{\text{бл}}$ – витрата води на конкретний блок, м³/год.;
 Q_1 – витрата води на 1 га заданої схеми посадки, м³/год.;
 $F_{\text{бл}}$ – площа конкретного поливного блока, га.

Потрібна витрата:

$$\begin{aligned} \text{перець } Q_{\text{бл}} &= 6,8 \cdot 2,08 = 14,1 \text{ м}^3/\text{год.}, \\ \text{помідори } Q_{\text{бл}} &= 6,8 \cdot 2,08 = 14,1 \text{ м}^3/\text{год.}, \\ \text{огірки } Q_{\text{бл}} &= 5,9 \cdot 2,08 = 12,3 \text{ м}^3/\text{год.}, \\ \text{кабачки } Q_{\text{бл}} &= 6,3 \cdot 2,08 = 13,1 \text{ м}^3/\text{год.} \\ \Sigma &= 53,6 \text{ м}^3/\text{год} \end{aligned}$$

При розбиванні зрошуваної ділянки на поливні блоки необхідно знати максимальну спроможність розподільного рукава (табл.5.3).

В окремих випадках можна підвищувати пропускну спроможність на 10-15 %. Отже, водоспоживання одного поливного блока не повинне перевищувати можливості розподільного трубопроводу.

Для розподільних і ділянкових трубопроводів частіше за все застосовують гнучкі трубопроводи типу Лейфлет (LFT), які мають діаметр 75, 100 або 150 мм. Для даного прикладу краще за все застосувати розподільні трубопроводи LFT діаметром 75 мм з максимальною пропускну здатністю 40 л/с.

Таблиця 5.3

Максимальна пропускну спроможність розподільних і ділянкових трубопроводів

№ п/п	Зовнішній діаметр трубопроводу		Пропускна спроможність м ³ /год
	мм	дюйм	
4	75	3	40

5. Складання схеми поливу

Для цього максимальну поливну норму (60-70 м³/га) ділять на гідромодуль (м³/га·год.), для використаної схеми посадки, і визначають максимальну тривалість поливу конкретного блока.

Для **перцю** гідромодуль Q_1 складає 6,8 м³/га·год., тоді тривалість поливу

$$t = \frac{60}{6,8} = 8,82 \text{ год,}$$

Для **огірків** :

$$t = \frac{60}{5,9} = 10,17 \text{ год,}$$

Для **помідорів** :

$$t = \frac{60}{6,8} = 8,82 \text{ год,}$$

Для **кабачків** :

$$t = \frac{60}{6,3} = 9,52 \text{ год.}$$

При складанні схеми поливу зручніше всі розрахунки вносимо в табл. 5.4.

Таблиця 5.4

Схема поливу

№ блока	Сільськогосподарська культура	Площа блока, га	Гідромодуль, м ³ /год/га	Витрата води, м ³ /год.	Поливна норма, м ³ /га	Максимальна тривалість поливу, год.
1-2	Огірки	2,08	5,9	12,3	60	10,17
3-4	Кабачки	2,08	6,3	13,1	60	9,52
5-19	Помідори	2,08	6,8	14,1	60	8,82
20-24	Перець	2,08	6,8	14,1	60	8,82
Всього		50,0		53,6		

6. Вибір фільтростанції

При виборі фільтростанції необхідно враховувати джерело водопостачання (відкрита водойма чи свердловина), ступінь забруднення води і вид забруднення, годинну потребу у воді (пропускну спроможність), а також продуктивність насосної станції і кількість інших споживачів. Необхідно мати на увазі наявність потреби проведення аналізів води на хімічний склад, наявність біологічних і механічних забруднень для визначення придатності для зрошення і підбору фільтростанції.

При використанні поливної води із відкритих водойм, які мають велику кількість біологічних забруднень, **необхідно включати до складу фільтростанції гравійно-піщаний фільтр, а при великій кількості зважених піщаних частинок доцільно використовувати гідроциклон.** Також крім гравійно-піщаного фільтра, до складу фільтростанції (при заборі води з відкритих водойм) **входить страхуючий сітчастий або дисковий фільтр.**

Якщо використовується вода із свердловини то, як правило, досить одного дискового або сітчастого фільтра.

Для нашого варіанту при заборі води із відкритого джерела, де відстояна вода (водосховища), необхідно застосовувати **піщано-гравійний і дисковий (сітчастий) фільтри.**

Таблиця 5.5

Асортимент серійно випускаємих піщано-гравійних фільтрів

Код	Вхідний і вихідний патрубки (в дюймах)	Рекомендована витрата, м ³ /год.
05-08-150	1,5	12
05-08-202	2	17
05-08-302	3	23
05-08-338	3	50
05-08-450	4	75
05-08-305 (горизонтальний)	3	60
05-08-206 (горизонтальний двосекційний)	2	33

05-08-306 (горизонтальний двосекційний)	3	60
05-08-452 (горизонтальний двосекційний)	4	80

Таблиця 5.6

Асортимент серійно випускаємих дискових фільтрів

Код	Вхідний і вихідний патрубки (в дюймах)	Рекомендована витрата, м ³ /год.
05-00-034	¾	1-4
05-00-100	1	2-5
05-00-150	1,5	4-12
05-00-200	2	15-23
05-00-250	2,5	22-33
05-00-300	3	30-40
05-00-400	4	40-80
05-00-600	6	80-150

Таблиця 5.7

Асортимент серійно випускаємих сітчастих фільтрів

Код	Вхідний і вихідний патрубки (в дюймах)	Рекомендована витрата, м ³ /год.
05-03-200	2	15-25
05-03-300	3	25-50
05-03-400	4	50-75

Таблиця 5.8

Асортимент серійно випускаємих гідроциклонів (відцентрових сепараторів)

Код	Вхідний і вихідний патрубки (в дюймах)	Рекомендована витрата, м ³ /год.
05-06-034	¾	3-5
05-06-100	1	5-12
05-06-150	1,5	10-16
05-06-200	2	15-25
05-06-250	2,5	20-35
05-06-300	3	30-50
05-06-400	4	50-80
05-06-600	6	100-150

Визначившись з типом фільтростанції, на підставі джерела зрошення, переходять до вибору типу фільтрів і розрахунку їх кількості.

Перед вибором пропускної спроможності фільтростанції, необхідно уточнити продуктивність (при наявності) насосної станції і наявності інших споживачів води. При надмірній потужності насосної станції можлива ситуація коли додаткові затрати на подачу води перевищують вартість додаткових фільтрів. Тому необхідне також економічне обґрунтування пропускної спроможності фільтростанції. Технічні характеристики основних типів фільтрів наведені в табл.5.9–5.10.

Таблиця 5.9

Піщано-гравійні фільтри

Код	Вхідний і вихідний патрубки (в дюймах)	Рекомендована витрата, м ³ /год.
05-03-200	2	15-25

Таблиця 5.10

Дискові фільтри

Код	Вхідний і вихідний патрубки (в дюймах)	Рекомендована витрата, м ³ /год.
05-00-200	2	15-23

Примітка. Розшифровка коду фільтрів:
перші дві цифри – тип фільтра;
другі дві цифри – пропускна спроможність або нулі;
остання серія цифр – діаметр входу-виходу в дюймах

7. Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі

Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі полягає у визначенні діаметрів трубопроводів за відомою витратою води і втрат напору на всіх її ділянках, а також визначення мінімального тиску на вході системи.

Діаметр розподільних трубопроводів D визначають за формулою

$$D_{\text{роз}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q_i}{3600 \cdot v}} \quad (5.6)$$

Для ділянкових трубопроводів:

$$D_{\text{діл}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q_i^{0,55}}{3600 \cdot v}} \quad (5.7)$$

де Q_i – розрахункова витрата води, що протікає по даній ділянці трубопроводу, м³/год;

v – економічно доцільна швидкість руху води в трубопроводі, 1–2 м/с.

Отримане фактичне значення діаметрів труб округлюють до найближчого більшого стандартного значення.

В даному випадку при поливі одночасно однієї зрошуваної ділянки максимальна витрата магістрального і всіх розподільних і ділянкових трубопроводів складе 14,1 м³/год.

$$D_{\text{роз}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{14,1}{3600 \cdot 1}} = 0,071 \text{ м або } 71 \text{ мм},$$

Найближчий стандартний діаметр із труб ПВХ типу СЛ - 80 мм. Такі трубопроводи краще укласти під землею на глибині достатній запобігання руйнування під дією зовнішніх навантажень, для зони півдня України така глибина складає 1,20 м.

$$D_{\text{діл}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{14,1 \cdot 0,55}{3600 \cdot 1}} = 0,052 \text{ м} = 52 \text{ мм}$$

Найближчий стандартний діаметр гнучкого трубопроводу типу LFT – 75 мм (додаток).

Після призначення діаметрів трубопроводів визначають фактичну швидкість руху води в трубопроводах $v_{\text{ф}}$:

$$v_{\text{ф}} = \frac{4 \cdot Q_i}{\pi \cdot D_{\text{ст}}^2 \cdot 3600} = \frac{Q_i}{900 \cdot \pi \cdot D_{\text{ст}}^2}. \quad (5.8)$$

де $D_{\text{ст}}$ – прийнятий стандартний діаметр трубопроводу, м.

Для ділянкових гнучких трубопроводів типу LFT вона складе

$$v_{\text{ф діл}} = \frac{14,1}{900 \cdot 3,14 \cdot 0,075^2} = 0,89 \text{ м/с}$$

Для розподільних трубопроводів типу ПВХ

$$v_{\text{ф}} = \frac{14,1}{900 \cdot 3,14 \cdot 0,08^2} = 0,78 \text{ м/с}$$

Втрати напору по довжині магістральних і розподільних трубопроводів h_w (м) визначаємо за формулою

$$h_w = S_0 \cdot L_m \cdot Q_i^2 \quad (5.9)$$

втрати напору ділянкового трубопроводу

$$h_w = \frac{1}{3} \cdot S_0 \cdot L_m \cdot Q^2 \quad (5.10)$$

де S_0 – питомий опір труб ($\text{с}^2\text{м}^6$), який приймають за додатком Е (методичні

рекомендації);

L_m – розрахункова довжина трубопроводу, м;

Q_i – розрахункова витрата води, м³/с.

В розглянутому прикладі довжина магістрального трубопроводу складає 130 м, розподільного – 453+906·2=2265 м, ділянкового – 453 м (рис. 5.3).

Втрати напору в магістральному трубопроводі

$$h_w^{MT} = 495 \cdot 130 \cdot 0,0039^2 = 0,98 \text{ м}$$

$$S_0 = 495 \text{ с}^2\text{м}^6; L_m = 130 \text{ м}; Q_i = 14,1 \text{ м}^3/\text{Год або } 0,0039 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Втрати напору в розподільному трубопроводі

$$h_w^{PT} = 495 \cdot 2265 \cdot 0,0039^2 = 17,05 \text{ м}$$

$$S_0 = 495 \text{ с}^2\text{м}^6; L_m = 2265 \text{ м}; Q_i = 14,1 \text{ м}^3/\text{Год або } 0,0039 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Втрати напору в ділянковому трубопроводі з розподіленою за шляхом витратою

$$h_w^{DT} = \frac{1}{3} \cdot 1279 \cdot 453 \cdot 0,0039^2 = 2,94 \text{ м}$$

$$S_0 = 1279 \text{ с}^2\text{м}^6; L_m = 453 \text{ м}; Q_i = 14,1 \text{ м}^3/\text{Год або } 0,0039 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Втрати напору в ділянковому трубопроводі з розподіленою за шляхом витратою

Максимальні втрати напору

$$\sum h_w = h_w^{MT} + h_w^{PT} + h_w^{DT} = 0,98 + 17,05 + 2,94 = 20,97 \text{ м.}$$

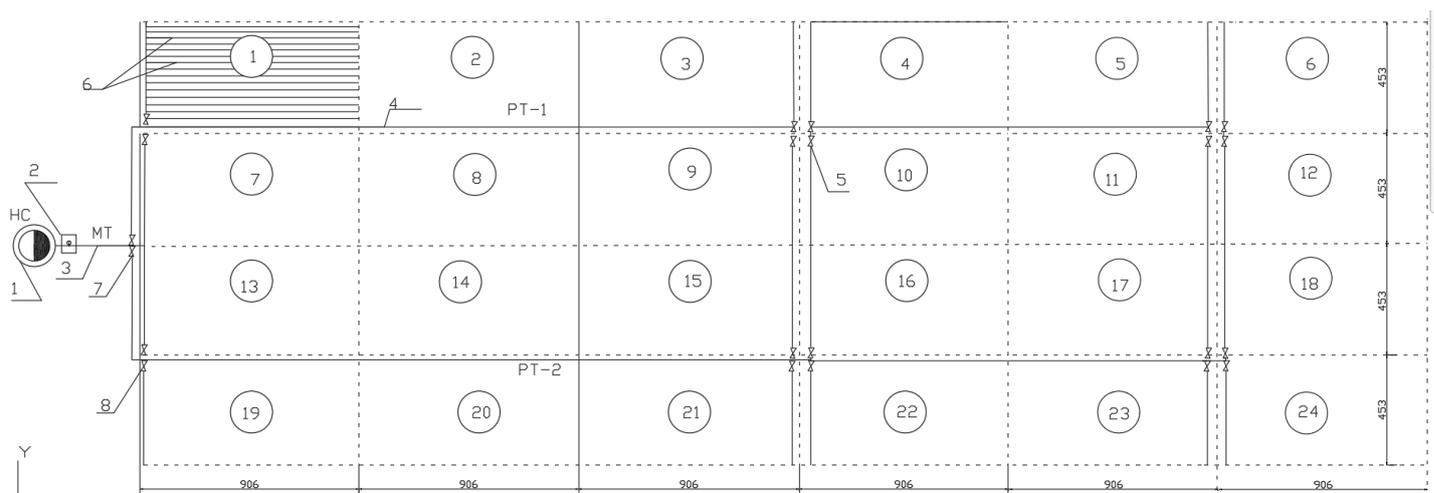


Рисунок 5.3 – Розрахункова схема зрошуваної ділянки:

1 – насосна станція; 2 – фільтростанція; 3 – магістральний трубопровід; 4 – розподільний трубопровід; 5 – ділянковий трубопровід; 6 – поливні трубки; 7, 8 – засувка на розподільному і ділянковому трубопроводі.

Мінімальний напір на вході в розподільний трубопровід 0,7 бар або 7 м, тоді потрібний напір на насосній станції

$$H_{НС} = h_r + h_0 + \sum h_w + h_{ФС} \quad (5.11)$$

де h_r – геодезична висота підняття, м; 7,0 м

h_0 – мінімальний напір на вході в розподільний трубопровід, м;

$h_{ФС}$ – втрати напору води на фільтростанції, м

$$h_{ФС} = 3 + 3 + 4 = 10 \text{ м}$$

3 м – максимальні втрати напору на піщано-гравійному фільтрі;

3 м – максимальні втрати на дисковому фільтрі;

4 м – втрати напору на удобрювальному вузлі.

При горизонтальній поверхні поля

$$H_{НС} = 7 + 20,97 + 10 = 37,97 \text{ м.}$$

Подача насосної станції повинна бути 14,1 м³/год., напір – 37,97 м.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ

1. Переваги краплинного зрошення.
2. Фертигація. Підготовка і внесення добрив з поливною водою.
3. Класифікації систем краплинного зрошення.
4. Основні елементи систем краплинного зрошення.
5. Технічні характеристики крапельниць і поливних стрічок.
6. Практичне застосування крапельного зрошення.
7. Особливості проектування систем краплинного зрошення.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ (60 БАЛІВ)

~~Оцінювання практичних робіт з дисципліни «Водна інженерія та водні технології» здійснюється за 60-бальною системою. За результатами виконання практичних робіт з дисципліни студенти можуть максимально отримати 60 балів.~~ **За результатами виконання практичних робіт з дисципліни студенти можуть максимально отримати 60 балів.** Бали розподіляються за критеріями, що відображають як якість виконання, так і глибину розуміння матеріалу.

Практична робота №1: Проектування водозабору підземних вод.
Розрахунок взаємодіючих свердловин (12 балів)

Теоретична частина (3 бали): Глибоке розуміння принципів гідрогеології, типів водозаборів та основ взаємодії свердловин.

Правильність розрахунків (6 балів): Точність та послідовність виконання всіх розрахунків, зокрема визначення депресійних кривих та оптимальної відстані між свердловинами.

Оформлення та висновки (3 бали): Логічна структура звіту, охайне оформлення графічних матеріалів (схеми, графіки) та чіткі висновки.

Практична робота №2: Розрахунок збірних водопроводів. Визначення продуктивності насосу і вибір типу насосу. Визначення діаметра фільтру свердловини (12 балів)

Теоретична частина (3 бали): Знання основ гідравліки трубопроводів, класифікації насосів та принципів роботи фільтрів.

Правильність розрахунків (6 балів): Точне визначення втрат напору, розрахунок необхідної продуктивності насоса, правильний вибір обладнання та діаметра фільтра.

Оформлення та висновки (3 бали): Акуратний звіт, коректне оформлення схем та розрахункових таблиць.

Практична робота №3: Розрахунок зон санітарної охорони водозабору (12 балів)

Теоретична частина (3 бали): Розуміння правових та санітарних норм, що регулюють захист джерел водопостачання, та призначення трьох поясів ЗСО.

Правильність розрахунків (6 балів): Точний розрахунок меж першого, другого та третього поясів ЗСО, враховуючи всі вихідні дані.

Оформлення та висновки (3 бали): Наявність графічної схеми ЗСО з нанесеними межами, чіткі висновки про необхідні заходи щодо охорони.

Практична робота №4: Визначення продуктивності станції очистки. Розрахунок основних споруд станції очистки води і їхнє висотне розташування (12 балів)

Теоретична частина (3 бали): Знання основних технологій очищення води (коагуляція, відстоювання, фільтрування, знезараження) та призначення споруд.

Правильність розрахунків (6 балів): Вірний розрахунок продуктивності станції та розмірів основних споруд (відстійників, фільтрів), а також їх висотного розташування для забезпечення самопливного руху води.

Оформлення та висновки (3 бали): Детальне пояснення прийнятих рішень, коректне оформлення технологічної схеми та профілю споруд.

Практична робота №5: Розрахунок зрошувальної мережі на ділянці краплинного зрошення. Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі (12 балів)
Теоретична частина (3 бали): Розуміння принципів краплинного зрошення та гідравліки зрошувальних мереж.

Правильність розрахунків (6 балів): Точний гідравлічний розрахунок мережі, визначення діаметрів труб та розподілу тиску для забезпечення рівномірного поливу.

Оформлення та висновки (3 бали): Охайно оформлена схема зрошувальної мережі з зазначенням усіх розрахункових параметрів та висновками щодо ефективності системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В 2.5.-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Київ: Державні будівельні норми України, 2013. – 180 с. https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2018/08/1084_DBN_V.2.5-74_2013-DREAMDIM.pdf
2. Водний кодекс України. Документ 213/95-ВР, **чинний**, поточна редакція — Редакція від 15.11.2024, підстава 4017-ІХ. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>
3. Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10). Документ z0452-10, **чинний**, поточна редакція — Редакція від 22.03.2022, підстава - z0304-22. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>
4. Автоматизація проектування та розрахунків водогосподарсько-меліоративних об'єктів [Електронне видання] : навч. посіб. / А. М. Рокочинський, В. О. Турченко, П. П. Волк, Р. М. Коптюк [та ін.] ; за ред. проф. А. М. Рокочинського. – Рівне : НУВГП, 2020. – 257 с.
5. Інженерний захист території: Навч. посібник / А.М. Рокочинський, В.А. Живиця, Л.А. Волкова, М.І. Ромащенко [та ін]; за ред. А.М. Рокочинського, Л.А. Волкової, В.А. Живиці, В.П. Чіпака. Херсон: ОЛДІ ПЛЮС, 2017. 414 с.
6. Сорокіна К. Б. Очисні споруди водопостачання: конспект лекцій для студентів денної і заочної форм навчання освітнього рівня «бакалавр» спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, спеціалізація «Цивільна інженерія (Водопостачання та водовідведення)» / К. Б. Сорокіна; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 84 с.
7. Технологія та обладнання одержання питної та технічної води. Практикум. Частина 1. [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / Н.М. Толстопалова, М.І. Літинська, Т.І. Обушенко; КПІ ім. Ігоря Сікорського – Електронні текстові дані (1 файл: 4,00 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 101 с.

ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ №1-2 «Водозабір зі свердловини»

Найменування	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номер геологічного розрізу	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Коефіцієнт фільтрації водоносного горизонту K_f , м/добу	8	10	12	8	10	12	8	10	12	8
Статичний рівень води (в м від поверхні):										
I водоносний горизонт	15,2	14,8	12,3	15,2	14,8	12,3	15,2	14,8	12,3	15,2
II водоносний горизонт	23,1	22,3	21,4	23,1	22,3	21,4	23,1	22,3	21,4	23,1
III водоносний горизонт	8	10	15	8	10	15	8	10	15	8
Розрахункове пониження рівня S , м	6	8	10	6	8	10	6	8	10	6
Радіус впливу свердловини R , м	200	300	400	220	350	370	210	290	410	230
Максимальне водоспоживання Q_{max} , м ³ /добу	950	1200	1000	1250	1050	900	1100	950	1150	900
Час роботи водопідйомника насоса T , год	16	22	18	24	20	16	22	18	24	20
Відмітка свердловини $Z_{св}$, м	205	365	225	45	403	85	285	125	325	165
Відмітка рівня води в резервуарі Z_p , м	225	387	241	68	427	102	315	165	348	195

Гідрогеологічна характеристика водоносних шарів свердловини №1

Номер геологічного розрізу	Геологічна характеристика порід	Потужність шару m , м	Глибина залягання підшви шару, H_p м
1	Супісок жовтий (дебіт малий)	10,6	95,0
2	Вапняк сірий, зруйнований (вода мінералізована)	8,6	124,9
3	Пісок світло-сірий, крупний (якісна питна вода)	12,7	197,9

Гідрогеологічна характеристика водоносних шарів свердловини №2

Номер геологічного розрізу	Геологічна характеристика порід	Потужність шару, м	Глибина залягання підшви шару, м
1	Супісок жовто-бурий	10,6	28,6
2	Пісок світло-сірий середньозернистий водоносний	8,6	112,2
3	Пісок жовтий водоносний	12,7	205,1

Гідрогеологічна характеристика водоносних шарів свердловини №3

Номер геологічного розрізу	Геологічна характеристика порід	Потужність шару, м	Глибина залягання підшви шару, м
1	Супісок жовто-бурий	10,6	59,0
2	Пісок світло-сірий середньозернистий водоносний	8,6	119,1
3	Пісок жовтий водоносний	12,7	174,9

Таблиці для гідравлічного розрахунку сталевих водопровідних труб

$Q, \text{л/с}$	$d = 15 \text{ мм}$		$d = 20$		$d = 25$		$d = 32$		$d = 40$		$d = 50$		$d = 70$		$d = 80$		$d = 100$	
	$V, \text{м/с}$	$1000i$	V	$1000i$														
0,19	1,12	327,6	0,59	66,9	0,36	19,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,2	1,18	360,5	0,62	73,5	0,37	20,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,25	1,47	560,4	0,78	110,6	0,47	31,2	0,26	7,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,3	1,77	807,0	0,94	154,9	0,56	43,4	0,31	10,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,35	2,06	1098	1,09	206,4	0,65	57,5	0,37	13,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,4	2,36	1435	1,25	266,6	0,75	73,5	0,42	17,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5	2,95	2242	1,56	414,9	0,93	110,9	0,52	26,2	0,40	13,4	-	-	-	-	-	-	-	-
0,6	-	-	1,87	597,5	1,12	155,8	0,63	36,5	0,48	18,6	-	-	-	-	-	-	-	-
0,7	-	-	2,18	813,3	1,31	209,6	0,73	48,4	0,56	24,6	0,33	6,81	-	-	-	-	-	-
0,8	-	-	2,50	1062	1,50	273,8	0,84	61,9	0,64	31,3	0,38	8,64	-	-	-	-	-	-
0,9	-	-	2,81	1344	1,68	346,5	0,94	77,0	0,72	38,9	0,42	10,7	-	-	-	-	-	-
1,0	-	-	-	-	1,87	427,8	1,05	93,6	0,80	47,2	0,47	12,9	-	-	-	-	-	-
1,1	-	-	-	-	2,06	517,6	1,15	111,9	0,88	56,3	0,52	15,3	0,32	4,61	-	-	-	-
1,2	-	-	-	-	2,24	616,0	1,25	132,0	0,95	66,1	0,57	18,0	0,35	5,38	-	-	-	-
1,3	-	-	-	-	2,43	723,0	1,36	155,0	1,03	76,8	0,61	20,8	0,37	6,21	0,26	2,60	-	-
1,4	-	-	-	-	2,62	838,5	1,46	179,7	1,11	88,2	0,66	23,8	0,40	7,09	0,28	2,97	-	-
1,5	-	-	-	-	2,80	962,5	1,57	206,3	1,19	100,3	0,71	27,0	0,43	8,03	0,30	3,36	-	-
1,6	-	-	-	-	2,99	1095	1,67	234,7	1,27	113,7	0,75	30,4	0,46	9,01	0,32	3,77	-	-
1,8	-	-	-	-	-	-	1,88	297,1	1,43	143,9	0,85	37,8	0,52	11,2	0,36	4,65	0,212	1,27
2,0	-	-	-	-	-	-	2,09	366,8	1,59	177,7	0,94	45,9	0,58	13,5	0,40	5,61	0,24	1,52
2,5	-	-	-	-	-	-	2,61	573,1	1,99	277,6	1,18	69,6	0,72	20,3	0,50	8,39	0,29	2,26
3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	2,39	399,7	1,41	99,7	0,86	28,4	0,60	11,7	0,35	3,13
3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	2,79	544,1	1,65	135,7	1,01	37,8	0,71	15,5	0,41	4,12
4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,88	177,3	1,15	48,5	0,81	19,8	0,47	5,25
4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,12	224,3	1,30	60,9	0,91	24,6	0,53	6,49
5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,35	277,0	1,41	75,2	1,01	29,9	0,59	7,86
5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,59	335,1	1,58	91,0	1,11	35,8	0,65	9,36
6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,83	398,8	1,73	108,3	1,21	42,0	0,71	11,0
7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,02	147,4	1,41	57,2	0,82	14,6
8,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,30	192,6	1,61	74,2	0,94	18,7

Таблиці для гідравлічного розрахунку сталевих водопровідних труб

$Q_{\text{н/с}}$	$d=150$ мм		$d=200$		$d=250$		$d=300$		$d=400$		$d=500$		$d=600$		$d=800$		$d=1000$	
	$V, \text{ м/с}$	$1000i$	V	$1000i$														
16,0	0,82	8,3	0,47	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18,0	0,92	10,3	0,52	2,57	0,52	2,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20,0	1,02	12,6	0,58	3,12	0,28	1,07	0,26	7,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25,0	1,28	19,2	0,73	4,69	0,47	1,59	0,33	0,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30,0	1,53	26,7	0,87	6,56	0,56	2,22	0,40	0,92	0,22	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-
35,0	1,79	37,5	1,02	8,73	0,66	2,94	0,46	1,21	0,26	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-
40,0	2,04	49,0	1,17	11,2	0,75	3,75	0,53	1,55	0,30	0,38	-	-	-	-	-	-	-	-
45,0	2,30	62,1	1,31	14,1	0,85	4,66	0,59	1,91	0,33	0,47	-	-	-	-	-	-	-	-
50,0	2,55	76,6	1,46	17,4	0,94	5,67	0,66	2,32	0,37	0,57	0,24	0,20	-	-	-	-	-	-
60,0	-	-	1,75	25,0	1,13	7,96	0,79	3,24	0,47	0,79	0,29	0,27	-	-	-	-	-	-
70,0	-	-	2,04	34,1	1,32	10,7	0,92	4,31	0,52	1,04	0,34	0,35	-	-	-	-	-	-
80,0	-	-	2,33	44,5	1,51	14,0	1,05	5,53	0,59	1,33	0,43	0,56	-	-	-	-	-	-
90,0	-	-	2,62	56,4	1,71	17,7	1,18	6,89	0,67	1,65	0,44	0,57	0,32	0,23	-	-	-	-
100,0	-	-	-	-	1,88	21,9	1,32	8,46	0,74	2,00	0,48	0,67	0,34	0,28	-	-	-	-
120,0	-	-	-	-	2,26	31,5	1,58	12,2	0,89	2,80	0,57	0,94	0,40	0,39	0,24	0,11	-	-
140,0	-	-	-	-	-	-	1,84	16,6	1,04	3,72	0,67	1,24	0,47	0,52	0,28	0,14	-	-
160,0	-	-	-	-	-	-	2,10	21,6	1,19	4,77	0,77	1,54	0,54	0,66	0,32	0,18	-	-
180,0	-	-	-	-	-	-	2,37	27,4	1,34	6,04	0,87	1,97	0,61	0,82	0,36	0,22	-	-
200,0	-	-	-	-	-	-	2,64	31,0	1,49	7,47	0,96	2,40	0,67	1,00	0,40	0,27	0,25	0,09
240,0	-	-	-	-	-	-	-	-	1,78	10,7	1,15	3,36	0,81	1,38	0,47	0,37	0,30	0,125
280,0	-	-	-	-	-	-	-	-	2,08	14,6	1,34	4,43	0,94	1,84	0,55	0,49	0,35	0,164
320,0	-	-	-	-	-	-	-	-	2,38	19,0	1,53	5,92	1,07	2,36	0,63	0,62	0,40	0,21
360,0	-	-	-	-	-	-	-	-	2,67	24,1	1,72	7,49	1,21	2,93	0,71	0,77	0,46	0,26
400,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,91	9,253	1,34	3,55	0,79	0,94	0,51	0,31
450,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,15	11,7	1,51	4,58	0,89	1,17	0,57	0,39
500,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,39	14,9	1,68	5,65	0,98	1,42	0,63	0,47
550,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,63	17,4	1,85	6,84	1,08	1,69	0,70	0,56
600,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	8,14	1,18	1,99	0,76	0,65
700,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,35	11,1	1,38	2,70	0,88	0,87
800,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,68	14,5	1,58	3,53	1,01	1,12



ЭЦВ 4"

Глубинные насосы для скважин 100 — 105 мм внутреннего диаметра обсадной трубы.

Модель ЭЦВ, насос+двигатель	Подача, м3/год	Напор, м	Мощность двигателя, кВт	Аналог LEDERMANN, насос+двигатель	Подача, м3/год	Напор, м	Мощность двигателя, кВт	Стоимость в евро, оплата в грн по курсу НБУ
ЭЦВ 4-1,5-50	1,5	50	0,75	SP SN 4002 + SM4/0,75	1,8	52	0,55	412
ЭЦВ 4-1,5-80	1,5	80	1,1	SP SN 4004 + SM4/1,5	1,8	83	1,1	408/504
ЭЦВ 4-1,5-100	1,5	100	1,1	SP SN 4003 + SM4/1,5	1,8	96	1,1	420/516
ЭЦВ 4-2,5-50	2,5	50	0,75	SP SN 4004 + SM4/1	2,7	49	0,75	367/430
ЭЦВ 4-2,5-65	2,5	65	1,1	SP SN 4005 + SM4/1,5	2,7	68	1,1	402/498
ЭЦВ 4-2,5-80	2,5	80	1,1	SP SN 4003 + SM4/1,5	2,7	81	1,1	420/516
ЭЦВ 4-2,5-100	2,5	100	1,5	SP SN 4004 + SM4/2	2,7	98	1,5	479/564
ЭЦВ 4-2,5-120	2,5	120	1,5	SP SN 4005 + SM4/3	2,7	136	2,2	594/737
ЭЦВ 4-4-55	4	55	1,1	SP SN 4005 + SM4/1,5	4,2	56	1,1	402/498
ЭЦВ 4-4-80	4	80	1,5	SP SN 4005 + SM4/2	4,2	75	1,5	481/566

ЭЦВ 6"

Объем перекачиваемой воды в час (м³/час):

4 м³	6.5 м³	10 м³	16 м³	25 м³
ЭЦВ 6-4-80	ЭЦВ 6-6,3-40	ЭЦВ 6-10-35	ЭЦВ 6-16-35	ЭЦВ 6-25-50
ЭЦВ 6-4-90	ЭЦВ 6-6,5-60	ЭЦВ 6-10-50	ЭЦВ 6-16-50	ЭЦВ 6-25-60
ЭЦВ 6-4-130	ЭЦВ 6-6,3-70	ЭЦВ 6-10-80	ЭЦВ 6-16-60	ЭЦВ 6-25-70
ЭЦВ 6-4-190	ЭЦВ 6-6,3-80	ЭЦВ 6-10-90	ЭЦВ 6-16-70	ЭЦВ 6-25-80
	ЭЦВ 6-6,5-85	ЭЦВ 6-10-110	ЭЦВ 6-16-75	ЭЦВ 6-25-90
	ЭЦВ 6-6,5-100	ЭЦВ 6-10-120	ЭЦВ 6-16-90	ЭЦВ 6-25-100
	ЭЦВ 6-6,5-120	ЭЦВ 6-10-140	ЭЦВ 6-16-110	ЭЦВ 6-25-120
	ЭЦВ 6-6,5-140	ЭЦВ 6-10-160	ЭЦВ 6-16-140	ЭЦВ 6-25-140
	ЭЦВ 6-6,5-160	ЭЦВ 6-10-185	ЭЦВ 6-16-150	
	ЭЦВ 6-6,5-180	ЭЦВ 6-10-235	ЭЦВ 6-16-160	
	ЭЦВ 6-6,3-200	ЭЦВ 6-10-280	ЭЦВ 6-16-180	

ВИХІДНІ ДАНІ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ №3

Вар №	Продуктивність водозабору тис. м ³ /добу Q	Потужність водоносного горизонту, m, м	Коефіцієнт Фільтрації м/добу, K_ф	Пористість порід, n	Нахил водного дзеркала, i	Час міграції діб, T
1	1,5	35	9.0	0.2	0.002	300
2	2.0	20	8.0	0.2	0.001	100
3	1.2	37	9.2	0.2	0.005	200
4	1.8	33	8.4	0.2	0.003	290
5	1.9	30	8.3	0.2	0.002	200
6	2.3	23	7.0	0.2	0.001	100
7	1.8	34	8.7	0.2	0.003	200
8	1.3	38	9.5	0.2	0.004	250
9	1.5	37	10.0	0.2	0.003	270
10	1.4	35	9.6	0.2	0.002	300

ВИХІДНІ ДАНІ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ №4

№ п/п	Корисна Продукти вність станції, <i>Q_{п.д.}</i> м ³ /добу	Максималь на кількість зважених речовин, мг/л	Мінімальна кількість зважених речовин, мг/л	Гідравлічна крупність % зважених речовин, мм/с	Кольоро- вість, Ц градус	Лужність, мг·екв/л Л	Активна реакція, рН	Джерело водопост ачання	Відмітка РЧВ, м	Кількість одночасних пожеж п	Витрата на пожежо- гасіння, <i>Q_{max}</i> л/с
1	2	3	4	5	6	8	9	11	12	13	14
1	5400	18,1	3,0	49	2,9	10,1	8,1	Водосхо в.	2	1	5
2	5200	17,0	5,9	46	3	10	7,7	Водосхо в.	4	2	2,5
3	5100	55,0	11,9	24	2	4,5	6,7	Річка	6	2	2,5
4	5370	60,0	7,9	30	1	4,2	6,5	Річка	5	1	5
5	5500	80,0	14,0	55	2	3,3	7,5	Річка	3	1	5
6	5200	135,0	24,0	14	2	3,6	7	Річка	7	2	5
7	5100	95,0	7,9	30	1	6,0	6,9	Водосхо в.	1	2	5
8	5300	110,0	6,0	39	2	5,1	7,3	Річка	2	2	5
9	5500	141,0	4,9	30	1	4,6	7,5	Річка	8	1	5
10	7900	95,0	5,9	59	1	4,7	6,8	Водосхо в,	3	1	5
11	8200	97,0	4,4	50	2	4,9	7	Річка	4	2	5
12	8400	225,0	3,1	42	2	4,1	7,7	Річка	5	2	5
13	12100	165,0	3,0	59	1	3,8	7,9	Річка	10	2	5
14	12400	342,0	17,6	29	2	4,0	7,5	Річка	9	1	2,5
15	13100	779,0	24,0	51	1	4,7	6,9	Річка	7	1	2,5
16	16900	135,0	35,0	29	2	5,3	8	Річка	1	2	2,5
17	18800	720,0	9,9	65	1	4,5	6,7	Річка	8	2	2,5
18	19800	350,0	165,0	39	2	2,8	8,3	Річка	5	1	2,5

ВИХІДНІ ДАНІ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ №5
Розрахунок зрошувальної мережі на ділянці краплинного зрошення
Варіант 1

Дано: 1. Овочева сівозміна:

Сільськогосподарська культура	Відносний вміст в сівозміні, %	Схема посадки, см
Помідори	20	60+30x60
Кабачки	10	90x50
Цибуля	60	70+15+15+15x10
Огірки	10	75x40

2. Загальна площа ділянки під краплинне зрошення – 30 га.
3. Тривалість роботи протягом доби – 2 зміни по 8 год.
4. Поливна трубка Aqua-TraXX ERA7XX2417:
 - діаметр трубки 7/8” (22 мм);
 - товщина стінки 8 mil (0,20 мм);
 - відстань між емітерами 60 см;
 - витрата води 0,86 л/год. на емітер.
5. Поливна вода забирається із відкритого джерела (водосховища).
6. Довжина магістрального трубопроводу складає 420 м.

- Необхідно:**
1. Визначити подачу насосної станції і пропускну здатність фільтростанції.
 2. Визначити кількість поливних блоків, їх площу і лінійні розміри.
 3. Визначити потрібну кількість поливних трубок.
 4. Розрахувати витрати і підібрати діаметр ділянкових трубопроводів.
 5. Скласти схеми поливу.
 6. Підібрати фільтри під фільтростанцію.
 7. Виконати гідравлічний розрахунок і визначити параметри насосної станції.

Варіант 2

Дано: 1. Овочева сівозміна:

Сільськогосподарська культура	Відносний вміст в сівозміні, %	Схема посадки, см
Помідори	40	90+50x60
Перець солодкий	20	90+50x25
Цибуля	20	70+15+15+15x10
Морква	20	60+30x25

2. Загальна площа ділянки під краплинне зрошення – 14 га.
3. Тривалість роботи протягом доби – 2 зміни по 8 год.
4. Поливна трубка Aqua-TraXX ERA5XX1222:
 - діаметр трубки 5/8” (16 мм);
 - товщина стінки 8 mil (0,20 мм);
 - відстань між емітерами 30 см;
 - витрата води 0,57 л/год. на емітер.
5. Поливна вода забирається із відкритого джерела (водосховища).
6. Довжина магістрального трубопроводу складає 540 м.

- Необхідно:**
1. Визначити подачу насосної станції і пропускну здатність фільтростанції.
 2. Визначити кількість поливних блоків, їх площу і лінійні розміри.
 3. Визначити потрібну кількість поливних трубок.
 4. Розрахувати витрати і підібрати діаметр ділянкових трубопроводів.

5. Скласти схеми поливу.
6. Підібрати фільтри під фільтростанцію.
7. Виконати гідравлічний розрахунок і визначити параметри насосної станції.

Варіант 3

Дано: 1. Овочева сівозміна:

Сільськогосподарська культура	Відносний вміст в сівозміні, %	Схема посадки, см
Перець солодкий	20	60+40x40
Кабачки	10	100x40
Дині	60	100x60
Огірки	10	75x40

2. Загальна площа ділянки під краплинне зрошення – 28 га.
3. Тривалість роботи протягом доби – 2 зміни по 8 год.
4. Поливна трубка Aqua-TraXX ERA 7XX2411:
 - діаметр трубки 7/8” (22 мм);
 - товщина стінки 8 mil (0,20 мм);
 - відстань між емітерами 60 см;
 - витрата води 0,57 л/год. на емітер.
5. Поливна вода забирається із відкритого джерела (водосховища).
6. Довжина магістрального трубопроводу складає 210 м.

- Необхідно:**
1. Визначити подачу насосної станції і пропускну здатність фільтростанції.
 2. Визначити кількість поливних блоків, їх площу і лінійні розміри.
 3. Визначити потрібну кількість поливних трубок.
 4. Розрахувати витрати і підібрати діаметр ділянкових трубопроводів.
 5. Скласти схеми поливу.
 6. Підібрати фільтри під фільтростанцію.
 7. Виконати гідравлічний розрахунок і визначити параметри насосної станції.

Варіант 4

Дано: 1. Овочева сівозміна:

Сільськогосподарська культура	Відносний вміст в сівозміні, %	Схема посадки, см
Помідори	50	90+50x60
Морква	10	40+30x25
Цибуля	30	70+15+15+15x10
Огірки	10	60x80

2. Загальна площа ділянки під краплинне зрошення – 16 га.
3. Тривалість роботи протягом доби – 2 зміни по 8 год.
4. Поливна трубка Aqua-TraXX ERA7XX1634:
 - діаметр трубки 5/8” (16 мм);
 - товщина стінки 8 mil (0,20 мм);
 - відстань між емітерами 40 см;
 - витрата води 1,14 л/год. на емітер.
5. Поливна вода забирається із відкритого джерела (водосховища).
6. Довжина магістрального трубопроводу складає 340 м.

- Необхідно:**
1. Визначити подачу насосної станції і пропускну здатність фільтростанції.
 2. Визначити кількість поливних блоків, їх площу і лінійні розміри.
 3. Визначити потрібну кількість поливних трубок.
 4. Розрахувати витрати і підібрати діаметр ділянкових трубопроводів.

5. Скласти схеми поливу.
6. Підібрати фільтри під фільтростанцію.
7. Виконати гідравлічний розрахунок і визначити параметри насосної станції.

Варіант 5

Дано: 1. Овочева сівозміна:

Сільськогосподарська культура	Відносний вміст в сівозміні, %	Схема посадки, см
Помідори	35	50+40x60
Перець солодкий	35	40+30x30
Цибуля	20	70+15+15+15x10
Морква	10	40+20x20

2. Загальна площа ділянки під краплинне зрошення – 18 га.
3. Тривалість роботи протягом доби – 2 зміни по 8 год.
4. Поливна трубка Т-Таре TST:-3XX-15-680
 - відстань між емітерами 15 см;
 - витрата води 680 л/год на 100 м трубки.
5. Поливна вода забирається із відкритого джерела (водосховища).
6. Довжина магістрального трубопроводу складає 160 м.

- Необхідно:**
1. Визначити подачу насосної станції і пропускну здатність фільтростанції.
 2. Визначити кількість поливних блоків, їх площу і лінійні розміри.
 3. Визначити потрібну кількість поливних трубок.
 4. Розрахувати витрати і підібрати діаметр ділянкових трубопроводів.
 5. Скласти схеми поливу.
 6. Підібрати фільтри під фільтростанцію.
 7. Виконати гідравлічний розрахунок і визначити параметри насосної станції.

Варіант 6

Дано: 1. Овочева сівозміна:

Сільськогосподарська культура	Відносний вміст в сівозміні, %	Схема посадки, см
Дині	30	120x40
Кавуни	25	120x50
Кабачки	25	80x40
Морква	20	30+20x20

2. Загальна площа ділянки під краплинне зрошення – 10 га.
3. Тривалість роботи протягом доби – 2 зміни по 8 год.
4. Поливна трубка Т-Таре TST:-5XX-40-250
 - відстань між емітерами 40 см;
 - витрата води 250 л/год на 100 м трубки.
5. Поливна вода забирається із відкритого джерела (водосховища).
6. Довжина магістрального трубопроводу складає 290 м.

- Необхідно:**
1. Визначити подачу насосної станції і пропускну здатність фільтростанції.
 2. Визначити кількість поливних блоків, їх площу і лінійні розміри.
 3. Визначити потрібну кількість поливних трубок.
 4. Розрахувати витрати і підібрати діаметр ділянкових трубопроводів.
 5. Скласти схеми поливу.
 6. Підібрати фільтри під фільтростанцію.

7. Виконати гідравлічний розрахунок і визначити параметри насосної станції.

Варіант 7

Дано: 1. Овочева сівозміна:

Сільськогосподарська культура	Відносний вміст в сівозміні, %	Схема посадки, см
Баклажани	30	80x40
Кавуни	20	120x50
Кабачки	20	75x40
Помідори	30	60+30x40

2. Загальна площа ділянки під краплинне зрошення – 12 га.
3. Тривалість роботи протягом доби – 2 зміни по 8 год.
4. Поливна трубка Т-Таре TST:-5XX-30-340
 - відстань між емітерами 30 см;
 - витрата води 340 л/год на 100 м трубки.
5. Поливна вода забирається із відкритого джерела (водосховища).
6. Довжина магістрального трубопроводу складає 180 м.

Необхідно: 1. Визначити подачу насосної станції і пропускну здатність фільтростанції.

2. Визначити кількість поливних блоків, їх площу і лінійні розміри.
3. Визначити потрібну кількість поливних трубок.
4. Розрахувати витрати і підібрати діаметр ділянкових трубопроводів.
5. Скласти схеми поливу.
6. Підібрати фільтри під фільтростанцію.
7. Виконати гідравлічний розрахунок і визначити параметри насосної станції.

Варіант 8

Дано: 1. Овочева сівозміна:

Сільськогосподарська культура	Відносний вміст в сівозміні, %	Схема посадки, см
Помідори	20	50+30x60
Кабачки	10	80x50
Цибуля	60	70+15+15+15x10
Огірки	10	60x40

2. Загальна площа ділянки під краплинне зрошення – 8 га.
3. Тривалість роботи протягом доби – 2 зміни по 8 год.
4. Поливна трубка Т-Таре TST:-5XX-30-250
 - відстань між емітерами 30 см;
 - витрата води 250 л/год на 100 м трубки.
5. Поливна вода забирається із відкритого джерела (водосховища).
6. Довжина магістрального трубопроводу складає 305 м.

Необхідно: 1. Визначити подачу насосної станції і пропускну здатність фільтростанції.

2. Визначити кількість поливних блоків, їх площу і лінійні розміри.
3. Визначити потрібну кількість поливних трубок.
4. Розрахувати витрати і підібрати діаметр ділянкових трубопроводів.
5. Скласти схеми поливу.
6. Підібрати фільтри під фільтростанцію.
7. Виконати гідравлічний розрахунок і визначити параметри насосної станції.

Варіант 9

Дано: 1. Овочева сівозміна:

Сільськогосподарська культура	Відносний вміст в сівозміні, %	Схема посадки, см
Помідори	20	60+30x60
Кабачки	10	90x50
Цибуля	60	70+15+15+15x10
Огірки	10	75x40

2. Загальна площа ділянки під краплинне зрошення – 30 га.
3. Тривалість роботи протягом доби – 2 зміни по 8 год.
4. Поливна трубка Aqua-TraXX ERA7XX2417:
 - діаметр трубки 7/8” (22 мм);
 - товщина стінки 8 mil (0,20 мм);
 - відстань між емітерами 60 см;
 - витрата води 0,86 л/год. на емітер.
5. Поливна вода забирається із відкритого джерела (водосховища).
6. Довжина магістрального трубопроводу складає 420 м.

- Необхідно:**
1. Визначити подачу насосної станції і пропускну здатність фільтростанції.
 2. Визначити кількість поливних блоків, їх площу і лінійні розміри.
 3. Визначити потрібну кількість поливних трубок.
 4. Розрахувати витрати і підібрати діаметр ділянкових трубопроводів.
 5. Скласти схеми поливу.
 6. Підібрати фільтри під фільтростанцію.
 7. Виконати гідравлічний розрахунок і визначити параметри насосної станції.

Варіант 10

Дано: 1. Овочева сівозміна:

Сільськогосподарська культура	Відносний вміст в сівозміні, %	Схема посадки, см
Помідори	40	90+50x60
Перець солодкий	20	90+50x25
Цибуля	20	70+15+15+15x10
Морква	20	60+30x25

2. Загальна площа ділянки під краплинне зрошення – 14 га.
3. Тривалість роботи протягом доби – 2 зміни по 8 год.
4. Поливна трубка Aqua-TraXX ERA5XX1222:
 - діаметр трубки 5/8” (16 мм);
 - товщина стінки 8 mil (0,20 мм);
 - відстань між емітерами 30 см;
 - витрата води 0,57 л/год. на емітер.
5. Поливна вода забирається із відкритого джерела (водосховища).
6. Довжина магістрального трубопроводу складає 540 м.

- Необхідно:**
1. Визначити подачу насосної станції і пропускну здатність фільтростанції.
 2. Визначити кількість поливних блоків, їх площу і лінійні розміри.
 3. Визначити потрібну кількість поливних трубок.
 4. Розрахувати витрати і підібрати діаметр ділянкових трубопроводів.
 5. Скласти схеми поливу.
 6. Підібрати фільтри під фільтростанцію.
 7. Виконати гідравлічний розрахунок і визначити параметри насосної станції.

Варіант 11

Дано: 1. Овочева сівозміна:

Сільськогосподарська культура	Відносний вміст в сівозміні, %	Схема посадки, см
Перець солодкий	20	60+40x40
Кабачки	10	100x40
Дині	60	100x60
Огірки	10	75x40

2. Загальна площа ділянки під краплинне зрошення – 28 га.
3. Тривалість роботи протягом доби – 2 зміни по 8 год.
4. Поливна трубка Aqua-TraXX ERA 7XX2411:
 - діаметр трубки 7/8” (22 мм);
 - товщина стінки 8 mil (0,20 мм);
 - відстань між емітерами 60 см;
 - витрата води 0,57 л/год. на емітер.
5. Поливна вода забирається із відкритого джерела (водосховища).
6. Довжина магістрального трубопроводу складає 210 м.

- Необхідно:**
1. Визначити подачу насосної станції і пропускну здатність фільтростанції.
 2. Визначити кількість поливних блоків, їх площу і лінійні розміри.
 3. Визначити потрібну кількість поливних трубок.
 4. Розрахувати витрати і підібрати діаметр ділянкових трубопроводів.
 5. Скласти схеми поливу.
 6. Підібрати фільтри під фільтростанцію.
 7. Виконати гідравлічний розрахунок і визначити параметри насосної станції.

Варіант 12

Дано: 1. Овочева сівозміна:

Сільськогосподарська культура	Відносний вміст в сівозміні, %	Схема посадки, см
Помідори	50	90+50x60
Морква	10	40+30x25
Цибуля	30	70+15+15+15x10
Огірки	10	60x80

2. Загальна площа ділянки під краплинне зрошення – 16 га.
3. Тривалість роботи протягом доби – 2 зміни по 8 год.
4. Поливна трубка Aqua-TraXX ERA7XX1634:
 - діаметр трубки 5/8” (16 мм);
 - товщина стінки 8 mil (0,20 мм);
 - відстань між емітерами 40 см;
 - витрата води 1,14 л/год. на емітер.
5. Поливна вода забирається із відкритого джерела (водосховища).
6. Довжина магістрального трубопроводу складає 340 м.

- Необхідно:**
1. Визначити подачу насосної станції і пропускну здатність фільтростанції.
 2. Визначити кількість поливних блоків, їх площу і лінійні розміри.
 3. Визначити потрібну кількість поливних трубок.
 4. Розрахувати витрати і підібрати діаметр ділянкових трубопроводів.
 5. Скласти схеми поливу.
 6. Підібрати фільтри під фільтростанцію.
 7. Виконати гідравлічний розрахунок і визначити параметри насосної станції.

Варіант 13

Дано: 1. Овочева сівозміна:

Сільськогосподарська культура	Відносний вміст в сівозміні, %	Схема посадки, см
Помідори	35	50+40x60
Перець солодкий	35	40+30x30
Цибуля	20	70+15+15+15x10
Морква	10	40+20x20

2. Загальна площа ділянки під краплинне зрошення – 18 га.
3. Тривалість роботи протягом доби – 2 зміни по 8 год.
4. Поливна трубка Т-Таре TST:-3XX-15-680
 - відстань між емітерами 15 см;
 - витрата води 680 л/год на 100 м трубки.
5. Поливна вода забирається із відкритого джерела (водосховища).
6. Довжина магістрального трубопроводу складає 160 м.

- Необхідно:**
1. Визначити подачу насосної станції і пропускну здатність фільтростанції.
 2. Визначити кількість поливних блоків, їх площу і лінійні розміри.
 3. Визначити потрібну кількість поливних трубок.
 4. Розрахувати витрати і підібрати діаметр ділянкових трубопроводів.
 5. Скласти схеми поливу.
 6. Підібрати фільтри під фільтростанцію.
 7. Виконати гідравлічний розрахунок і визначити параметри насосної станції.

Варіант 14

Дано: 1. Овочева сівозміна:

Сільськогосподарська культура	Відносний вміст в сівозміні, %	Схема посадки, см
Дині	30	120x40
Кавуни	25	120x50
Кабачки	25	80x40
Морква	20	30+20x20

2. Загальна площа ділянки під краплинне зрошення – 10 га.
3. Тривалість роботи протягом доби – 2 зміни по 8 год.
4. Поливна трубка Т-Таре TST:-5XX-40-250
 - відстань між емітерами 40 см;
 - витрата води 250 л/год на 100 м трубки.
5. Поливна вода забирається із відкритого джерела (водосховища).
6. Довжина магістрального трубопроводу складає 290 м.

- Необхідно:**
1. Визначити подачу насосної станції і пропускну здатність фільтростанції.
 2. Визначити кількість поливних блоків, їх площу і лінійні розміри.
 3. Визначити потрібну кількість поливних трубок.
 4. Розрахувати витрати і підібрати діаметр ділянкових трубопроводів.
 5. Скласти схеми поливу.
 6. Підібрати фільтри під фільтростанцію.
 7. Виконати гідравлічний розрахунок і визначити параметри насосної станції.

Варіант 15

Дано: 1. Овочева сівозміна:

Сільськогосподарська культура	Відносний вміст в сівозміні, %	Схема посадки, см
Баклажани	30	80x40
Кавуни	20	120x50
Кабачки	20	75x40
Помідори	30	60+30x40

2. Загальна площа ділянки під краплинне зрошення – 12 га.
3. Тривалість роботи протягом доби – 2 зміни по 8 год.
4. Поливна трубка Т-Таре TST:-5XX-30-340
 - відстань між емітерами 30 см;
 - витрата води 340 л/год на 100 м трубки.
5. Поливна вода забирається із відкритого джерела (водосховища).
6. Довжина магістрального трубопроводу складає 180 м.

- Необхідно:**
1. Визначити подачу насосної станції і пропускну здатність фільтростанції.
 2. Визначити кількість поливних блоків, їх площу і лінійні розміри.
 3. Визначити потрібну кількість поливних трубок.
 4. Розрахувати витрати і підібрати діаметр ділянкових трубопроводів.
 5. Скласти схеми поливу.
 6. Підібрати фільтри під фільтростанцію.
 7. Виконати гідравлічний розрахунок і визначити параметри насосної станції.

Варіант 16

Дано: 1. Овочева сівозміна:

Сільськогосподарська культура	Відносний вміст в сівозміні, %	Схема посадки, см
Помідори	20	50+30x60
Кабачки	10	80x50
Цибуля	60	70+15+15+15x10
Огірки	10	60x40

2. Загальна площа ділянки під краплинне зрошення – 8 га.
3. Тривалість роботи протягом доби – 2 зміни по 8 год.
4. Поливна трубка Т-Таре TST:-5XX-30-250
 - відстань між емітерами 30 см;
 - витрата води 250 л/год на 100 м трубки.
5. Поливна вода забирається із відкритого джерела (водосховища).
6. Довжина магістрального трубопроводу складає 305 м.

- Необхідно:**
1. Визначити подачу насосної станції і пропускну здатність фільтростанції.
 2. Визначити кількість поливних блоків, їх площу і лінійні розміри.
 3. Визначити потрібну кількість поливних трубок.
 4. Розрахувати витрати і підібрати діаметр ділянкових трубопроводів.
 5. Скласти схеми поливу.
 6. Підібрати фільтри під фільтростанцію.
 7. Виконати гідравлічний розрахунок і визначити параметри насосної станції.

Довжина стрічки Aqua TraXX при гарантованій однорідності емісії 85 і 90 %
ERA5XX04134 – витрата одного емітера 1,14 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки
5/8” (16 мм), відстань між емітерами 10 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	62	44	78	59	101	81	119	96	127	102	129	104
0,6	67	49	82	62	102	81	118	94	126	101	129	104
0,7	71	52	85	65	102	81	117	93	125	100	129	104
0,8	74	55	87	67	103	81	115	93	124	99	128	103
0,9	77	58	88	69	103	82	115	92	123	98	127	103
1,0	79	60	90	70	103	82	114	91	122	98	126	102

ERA5XX0867 – витрата одного емітера 1,14 л/год, оптимальний тиск
0,7 бар, діаметр стрічки 5/8” (16 мм), відстань між емітерами 20 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	77	51	107	79	159	126	195	157	203	163	200	155
0,6	86	59	115	85	160	127	193	155	203	163	203	161
0,7	93	65	120	90	161	127	191	153	202	163	204	163
0,8	99	71	125	94	161	128	189	152	202	162	205	165
0,9	104	75	128	98	162	128	188	151	200	161	205	165
1,0	109	79	131	101	162	129	186	149	199	160	205	165

ERA5XX1245 – витрата одного емітера 1,14 л/год, оптимальний тиск
0,7 бар, діаметр стрічки 5/8” (16 мм), відстань між емітерами 30 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	83	54	126	89	207	164	260	209	262	207	251	169
0,6	95	63	136	99	208	165	257	207	265	212	259	197
0,7	105	71	144	106	209	166	255	205	266	214	264	206
0,8	113	78	151	112	210	166	253	203	266	214	266	211
0,9	121	84	157	117	210	167	251	201	265	214	268	214
1,0	127	90	161	122	211	167	249	200	265	213	269	215

ERA5XX1634 – витрата одного емітера 1,14 л/год, оптимальний тиск
0,7 бар, діаметр стрічки 5/8” (16 мм), відстань між емітерами 40 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	87	55	139	96	250	198	316	254	312	239	391	52
0,6	100	65	152	108	251	199	315	254	318	251	304	198
0,7	112	74	163	117	252	200	313	252	321	256	312	234
0,8	122	82	171	125	253	200	310	250	322	258	317	246
0,9	132	89	178	132	253	201	308	247	322	259	321	253
1,0	140	96	185	138	254	202	306	245	322	259	323	257

**ERA5XX0851 – витрата одного емітера 0,86 л/год, оптимальний тиск
0,7 бар, діаметр стрічки 5/8” (16 мм), відстань між емітерами
20 см**

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	81	53	120	86	192	152	239	193	244	194	236	172
0,6	92	62	130	92	193	153	237	191	246	197	242	187
0,7	101	69	137	101	193	154	235	189	246	198	245	194
0,8	109	76	143	107	194	154	232	187	245	198	247	197
0,9	116	82	148	112	195	154	230	185	245	197	248	199
1,0	122	87	152	115	195	155	229	183	244	196	249	200

**ERA5XX1234 – витрата одного емітера 0,86 л/год, оптимальний тиск
0,7 бар, діаметр стрічки 5/8” (16 мм), відстань між емітерами
30 см**

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	86	55	138	96	250	198	316	355	312	240	290	52
0,6	100	65	152	108	251	199	315	253	318	251	304	197
0,7	112	73	162	117	251	200	312	251	321	256	312	234
0,8	122	82	171	125	253	201	310	249	322	258	317	246
0,9	131	89	179	132	253	201	308	247	322	259	321	253
1,0	140	96	185	138	254	201	306	246	322	259	323	257

**ERA5XX1626 – витрата одного емітера 0,86 л/год, оптимальний тиск
0,7 бар, діаметр стрічки 5/8” (16 мм), відстань між емітерами
40 см**

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	89	56	150	101	301	239	383	308	367	258	325	50
0,6	104	66	167	115	302	240	383	308	378	289	351	62
0,7	117	76	180	127	304	241	381	307	384	301	365	75
0,8	130	85	192	137	304	242	379	306	387	308	375	274
0,9	141	93	202	146	305	243	377	304	389	311	381	291
1,0	151	102	210	154	306	243	375	302	390	313	386	301

**ERA5XX0834 – витрата одного емітера 0,57 л/год, оптимальний тиск
0,7 бар, діаметр стрічки 5/8” (16 мм), відстань між емітерами
20 см**

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	86	55	138	96	250	198	316	255	312	240	290	51
0,6	100	64	152	107	251	199	315	253	318	251	304	197
0,7	112	74	162	117	252	200	313	252	321	256	312	234
0,8	122	82	171	125	253	201	310	250	322	258	317	246
0,9	131	89	178	132	253	201	308	247	322	259	321	253
1,0	140	96	185	138	254	202	306	246	322	259	323	257

**ERA5XX1222 – витрата одного емітера 0,57 л/год, оптимальний тиск
0,7 бар, діаметр стрічки 5/8” (16 мм), відстань між емітерами
30 см**

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	89	56	154	103	325	258	414	332	391	81	331	50
0,6	105	66	173	118	326	259	415	334	404	303	369	61
0,7	119	76	188	131	328	260	414	333	412	320	388	73
0,8	132	86	200	142	329	261	412	332	417	329	400	272
0,9	144	95	211	152	329	262	410	330	420	334	408	304
1,0	155	103	220	160	330	262	407	328	422	337	414	318

**ERA5XX1617 – витрата одного емітера 0,57 л/год, оптимальний тиск
0,7 бар, діаметр стрічки 5/8” (16 мм), відстань між емітерами
40 см**

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	91	56	163	106	392	311	498	395	449	77	104	49
0,6	107	67	186	124	393	312	501	402	473	96	397	60
0,7	123	78	204	139	395	313	502	404	487	358	440	71
0,8	138	88	221	153	396	315	502	404	496	381	462	82
0,9	152	98	234	165	397	316	500	403	502	393	477	96
1,0	164	107	246	176	399	316	499	402	506	401	487	345

**ERA7XX0867 – витрата одного емітера 1,14 л/год, оптимальний тиск
0,7 бар, діаметр стрічки 7/8” (22 мм), відстань між емітерами
20 см**

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	88	55	146	99	280	223	357	287	346	256	313	50
0,6	102	65	161	112	282	224	356	287	354	275	333	63
0,7	115	75	174	124	283	225	354	285	359	284	345	241
0,8	127	84	184	133	284	225	352	283	362	289	353	266
0,9	137	92	193	141	285	226	350	281	363	291	358	277
1,0	147	100	200	148	285	227	347	279	363	292	361	284

**ERA7XX1245 – витрата одного емітера 1,14 л/год, оптимальний тиск
0,7 бар, діаметр стрічки 7/8” (22 мм), відстань між емітерами
30 см**

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	90	56	160	105	365	290	465	370	428	78	106	49
0,6	106	67	181	122	367	291	467	375	447	308	392	60
0,7	122	77	198	136	368	292	467	376	458	347	422	71
0,8	136	87	213	149	369	293	466	376	465	362	439	84
0,9	149	96	226	160	370	294	464	374	470	371	450	305
1,0	161	105	237	170	372	295	462	372	473	376	459	340

**ERA7XX1634 – витрата одного емітера 1,14 л/год, оптимальний тиск
0,7 бар, діаметр стрічки 7/8” (22 мм), відстань між емітерами
40 см**

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	91	56	168	108	440	349	556	436	481	75	102	49
0,6	109	67	193	126	442	351	563	448	517	93	127	59
0,7	125	78	214	143	444	352	566	454	537	114	462	69
0,8	140	89	232	158	445	354	567	456	550	408	499	81
0,9	155	99	248	172	447	355	566	456	559	430	521	93
1,0	169	109	262	184	447	356	564	454	565	442	536	106

**ERA7XX2422 – витрата одного емітера 1,14 л/год, оптимальний тиск
0,7 бар, діаметр стрічки 7/8” (22 мм), відстань між емітерами
60 см**

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	93	57	176	111	572	454	704	515	157	74	99	49
0,6	110	68	205	131	575	457	722	558	595	90	121	59
0,7	127	79	232	151	577	458	732	578	650	106	144	69
0,8	144	90	256	168	579	460	738	588	681	124	171	79
0,9	161	101	277	185	581	461	741	594	700	146	595	90
1,0	177	112	296	201	583	463	742	596	715	517	639	101

**ERA7XX0851 – витрата одного емітера 0,86 л/год, оптимальний тиск
0,7 бар, діаметр стрічки 7/8” (22 мм), відстань між емітерами
20 см**

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	90	56	156	104	338	268	431	345	404	79	326	49
0,6	105	66	175	119	340	270	432	347	419	308	378	60
0,7	120	76	191	133	341	271	432	348	428	330	399	72
0,8	134	86	205	144	342	272	430	346	433	341	413	86
0,9	146	95	216	155	343	272	428	345	436	347	422	309
1,0	157	104	226	164	344	273	426	343	439	351	429	327

**ERA7XX1234 – витрата одного емітера 0,86 л/год, оптимальний тиск
0,7 бар, діаметр стрічки 7/8” (22 мм), відстань між емітерами
30 см**

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	91	56	168	108	449	349	556	436	481	75	101	49
0,6	108	67	193	126	442	351	563	448	517	93	127	59
0,7	125	78	214	143	444	352	566	454	537	114	462	69
0,8	140	88	232	158	445	354	566	456	550	408	499	81
0,9	155	98	248	172	447	355	566	456	559	429	521	93
1,0	169	108	262	184	448	355	564	454	565	442	536	106

**ERA7XX1626 – витрата одного емітера 0,86 л/год, оптимальний тиск
0,7 бар, діаметр стрічки 7/8” (22 мм), відстань між емітерами
40 см**

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	92	57	174	110	530	421	659	497	162	74	99	49
0,6	110	68	202	130	533	423	673	527	580	90	122	59
0,7	127	78	227	148	535	425	680	541	619	108	147	69
0,8	143	89	250	166	537	426	684	547	642	127	524	79
0,9	159	100	269	182	538	428	686	551	658	465	583	90
1,0	175	110	287	196	540	429	686	552	669	502	612	101

**ERA7XX2417 – витрата одного емітера 0,86 л/год, оптимальний тиск
0,7 бар, діаметр стрічки 7/8” (22 мм), відстань між емітерами
60 см**

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	93	57	180	112	690	548	821	158	152	73	98	49
0,6	111	68	212	133	693	550	852	619	188	88	119	59
0,7	129	79	241	154	696	552	871	669	693	104	140	68
0,8	146	90	269	173	699	555	883	693	767	121	163	78
0,9	163	101	294	191	700	556	891	707	806	138	188	88
1,0	180	112	316	209	702	558	896	714	831	157	216	99

**ERA7XX0834 – витрата одного емітера 0,57 л/год, оптимальний тиск
0,7 бар, діаметр стрічки 7/8” (22 мм), відстань між емітерами
20 см**

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	91	56	168	108	440	349	556	436	418	75	102	49
0,6	108	67	193	126	442	351	563	448	517	93	127	59
0,7	125	78	214	143	444	352	566	454	537	114	462	69
0,8	140	88	232	158	445	354	567	456	550	408	499	81
0,9	155	98	248	172	447	355	566	456	559	430	521	93
1,0	169	108	262	184	448	356	564	455	565	442	536	106

**ERA7XX1222 – витрата одного емітера 0,57 л/год, оптимальний тиск
0,7 бар, діаметр стрічки 7/8” (22 мм), відстань між емітерами
30 см**

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	92	57	176	110	572	454	704	515	157	74	99	48
0,6	110	68	205	131	575	457	722	559	595	89	120	59
0,7	127	79	232	150	578	458	732	578	650	106	144	69
0,8	144	89	255	168	579	460	738	589	681	124	171	79
0,9	160	100	277	185	581	461	741	594	701	145	595	89
1,0	176	111	296	200	583	463	742	596	715	517	640	100

ERA7XX1617 – витрата одного емітера 0,57 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки 7/8" (22 мм), відстань між емітерами 40 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	93	57	317	208	690	548	821	158	151	73	98	48
0,6	111	68	293	191	693	551	852	619	188	88	119	58
0,7	128	79	241	153	696	553	871	669	692	104	140	68
0,8	146	90	268	173	699	555	883	693	767	120	163	78
0,9	163	101	293	191	701	556	891	707	805	138	188	88
1,0	180	112	317	208	703	558	895	715	832	157	216	98

ERA7XX2411 – витрата одного емітера 0,57 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки 7/8" (22 мм), відстань між емітерами 60 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	93	57	183	113	899	713	972	150	148	73	98	49
0,6	112	68	217	135	902	716	1049	185	180	88	117	59
0,7	129	80	250	156	906	719	1092	226	214	102	137	68
0,8	148	91	281	177	909	722	1119	822	252	118	158	78
0,9	165	102	311	197	912	724	1139	871	880	134	180	88
1,0	183	113	339	217	914	725	1152	899	979	150	202	98

Примітка. 85 % і 90 % - однорідність емісії.

Маркування стрічки Aqua TraXX:

ERA 5 08 08 34

- витрата крапельниці мл за хв на 100 ft (при 0,5 бар)
- відстань між крапельницями 8" (20 см)
- товщина стінки 8 mil (0,20 мм)
- діаметр стрічки 5/8" (16 мм) 7/8" (22 мм)

Додаток 5

Умови застосування моделей T-Таре TSX

Нормальні ряди	Довгі ряди	TSX, мм	Еквів.* мм	Рекомендоване застосування	Тип культур и
TSX 504	-	0,100	0,10	Для культур з коротким періодом вегетації, на легких і середніх ґрунтах з мінімальною кам'янистістю і грудкуватістю або під пластиковою мульчею. Для кращих результатів, влаштування під землею на глибині 2-5 см.	Суніці, дині, картопля
TSX 506	-	0,150	0,20-0,25	Для ґрунтів з мінімальним обробітком, при подвійній культурі, для важких ґрунтів або в тому випадку, коли кам'янистість і поживні залишки складають фактор ризику.	Помідор и, перець, суніці
TSX 508	TSX 708	0,200	0,30	Для ґрунтів з мінімальним обробітком, при подвійній культурі, для важких ґрунтів. TSX 508 ще більш стійкіша до тертя і пошкодженню комахами, чим TSX 506.	Томати, перець, дині, овочі

TSX 510	TSX 710	0,250	0,375	Для дуже глибистих чи кам'янистих ґрунтів; для ґрунтів в яких комахи і тварини представляють небезпеку, в тому випадку, коли стрічка повинна пересуватись по полю, або для багаторічного застосування. TSX 310 ідеальна для теплиць і застосування в ландшафті.	Бавовник , картопля, цукрова тростина, овочі
TSX 515	TSX 715	0,375	0,625	Для виключно скельних ґрунтів, або у випадку великої небезпеки пошкодження комахами і тваринами. Рекомендується для багаторічного застосування.	Сади, виноград ники

* Еквівалентна товщина стінки для досягнення аналогічної міцності інших продуктів.

Маркування стрічки T-Tape TSX:

TSX-506-20-250

—	витрата стрічки, 250 л/год на 100 м при 0,55 бар
—	відстань між емітерами, 20 см
—	товщина стінки, 04 mil (0,10 мм) 06 mil (0,15 мм) 07 mil (0,175 мм) 08 mil (0,20 мм) 10 mil (0,25 мм) 15 mil (0,375 мм)
—	діаметр трубки, 5/8" (16 мм) 3/8" (9 мм) 7/8" (22 мм)

Продовження додатку 5

Максимальна довжина лінії T-Tape TST в метрах при нульовому похилі

Модель (відстані між емітерами – витрата л/год на 100 м при 0,55 бар)	Однорідність емісії	Робочий тиск, бар				
		0,40	0,55	0,70	0,85	1,05
TSX-3XX-15-680 (15 см – 680 л/год)	90 %	39	39	39	39	39
	85 %	49	50	50	50	50
TSX-3XX-30-340 (30 см – 340 л/год)	90 %	61	61	61	61	61
	85 %	77	77	78	78	78
TSX-5XX-15-1000 (15 см – 1000 л/год)	90 %	73	73	74	74	74
	85 %	93	94	94	94	94
TSX-5XX-20-250 (20 см – 250 л/год)	90 %	170	170	170	171	171
	85 %	220	220	220	222	222
TSX-5XX-20-500 (20 см – 500 л/год)	90 %	114	114	115	115	115
	85 %	145	146	146	147	147
TSX-5XX-30-170 (30 см – 170 л/год)	90 %	220	220	220	220	221
	85 %	280	280	280	280	280
TSX-5XX-30-250 (30 см – 250 л/год)	90 %	170	170	170	170	170
	85 %	220	220	220	222	222
TSX-5XX-30-340 (30 см – 340 л/год)	90 %	146	146	147	147	148
	85 %	186	187	187	188	188
TSX-5XX-40-250 (40 см – 250 л/год)	90 %	177	178	179	179	180
	85 %	226	227	228	228	229
TSX-5XX-50-380 (50 см – 380 л/год)	90 %	131	132	132	133	133
	85 %	167	168	169	169	170
TSX-7XX-30-340 (30 см – 380 л/год)	90 %	260	261	262	262	263
	85 %	331	332	334	334	335

Максимальна рекомендована довжина поливної трубки

Drip In PC 16 mm (EHD PC E 16)

Розрахунковий тиск, бар	Відстань між емітерами, см																																		
	30					40					50					60					75					100									
	витрата, л/год					витрата, л/год					витрата, л/год					витрата, л/год					витрата, л/год					витрата, л/год									
	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8
1,0	58	50	44	40	33	74	64	57	52	42	90	78	70	63	52	106	92	82	74	61	127	111	98	89	73	161	140	125	113	93	161	140	125	113	93
1,7	89	77	69	62	51	115	104	89	81	66	140	121	108	98	81	164	142	126	115	94	198	171	153	138	114	250	217	193	175	144	250	217	193	175	144
2,4	108	93	83	75	62	140	121	108	89	80	170	147	131	119	98	199	172	153	139	114	240	208	185	168	138	303	263	234	212	175	303	263	234	212	175
3,0	120	104	93	84	69	156	130	121	109	90	190	164	146	133	109	222	192	171	155	128	267	232	207	187	154	339	294	232	237	195	339	294	232	237	195
3,5	129	112	100	91	74	167	145	129	117	96	204	177	157	143	117	238	207	184	167	137	287	249	222	201	166	364	315	281	255	210	364	315	281	255	210
4,0	137	119	106	96	79	178	154	137	124	102	216	187	167	151	124	253	219	195	177	146	305	265	236	214	176	386	335	298	270	223	386	335	298	270	223

Примітка. Значення витрат дано для тиску 0,7 бар.

Drip In PC 20 mm (EHD PC E 20)

Розрахунковий тиск, бар	Відстань між емітерами, см																																		
	30					40					50					60					75					100									
	витрата, л/год					витрата, л/год					витрата, л/год					витрата, л/год					витрата, л/год					витрата, л/год									
	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8
1,0	102	89	79	72	59	131	113	101	91	75	157	136	121	110	91	182	158	141	127	105	217	188	168	152	125	270	235	209	190	156	270	235	209	190	156
1,7	158	137	122	111	91	202	176	156	142	117	243	211	188	170	140	282	245	218	197	163	336	292	260	235	194	419	364	324	294	242	419	364	324	294	242
2,4	192	167	148	135	111	245	213	190	172	142	295	256	228	207	170	342	297	264	240	197	408	354	315	286	235	508	441	393	356	293	508	441	393	356	293
3,0	215	186	166	150	124	274	238	212	192	158	329	286	254	231	190	382	331	295	267	220	455	395	352	319	263	568	493	439	398	327	568	493	439	398	327
3,5	231	200	178	161	133	294	255	227	206	170	354	307	273	248	204	410	356	317	287	236	489	424	378	342	282	610	529	471	427	352	610	529	471	427	352
4,0	245	212	189	171	141	312	271	241	219	180	376	326	290	263	217	435	378	336	305	251	519	450	401	366	299	647	562	500	453	373	647	562	500	453	373

Примітка. Значення витрат дано для тиску 0,7 бар.

Питомий опір S_0 , $\text{с}^2/\text{м}^6$, пластмасових труб

D_y , мм	D_z , мм	D_p , мм	Середня швидкість V , м/с							
			0,35	0,5	0,75	1	1,5	2	2,5	3
Труби ПВХ типу Т										
25	25	20,4	1036000	960000	808000	757000	691000	647000	616000	-
32	32	26,2	280000	260000	219000	205000	187000	175000	167000	-
40	40	32,8	87000	80000	68000	63000	58000	54000	51000	-
50	50	41	27000	25000	21000	19700	18000	16900	16000	-
Труби ПВХ типу СЛ										
50	63	58	4081	3766	3435	3218	2935	2752	2617	2510
70	75	69,2	1621	1496	1365	1279	1166	1094	1040	998
80	90	83	627	579	528	495	451	423	402	386
100	110	101,4	220	203	185	173	158	148	141	135
115	125	115,4	112	103,4	94,3	88,4	80,6	75,5	71,8	68,9
125	140	129,2	62,1	57,3	52,2	49	44,7	41,9	39,8	38,2
150	160	147,6	31	28,6	26,1	24,4	22,3	20,9	19,9	19
170	180	166	16,7	15,5	14,1	13,2	12,1	11,3	10,7	10,3
190	200	184,6	9,62	8,88	8,09	7,59	6,92	6,49	6,17	5,92
200	225	207,6	5,21	4,81	4,38	4,11	3,75	3,63	3,34	3,2
225	250	230,6	3,01	2,77	2,53	2,37	2,16	2,03	1,93	1,85
250	280	258,4	1,66	1,53	1,4	1,31	1,19	1,12	1,06	1,02
300	315	290,6	0,898	0,829	0,756	0,708	0,646	0,606	0,576	0,552
350	355	327,6	0,48	0,443	0,404	0,379	0,345	0,324	0,308	0,295
400	400	369,2	0,257	0,237	0,216	0,203	0,185	0,173	0,165	0,158
Гнучкий трубопровід типу Лейфлет (LFT)										
75	75	69,2	1621	1496	1365	1279	1166	1094	1040	998
100	100	100	220	203	185	173	158	148	141	135
150	150	147,6	31	28,6	26,1	24,4	22,3	20,9	19,9	19

Навчальне видання

Чушкіна Ірина Вікторівна
Янко Валентин Вікторович
Іванова Ганна Павлівна

ВОДНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ВОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Методичні рекомендації до виконання практичних робіт
для здобувачів ступеня бакалавра
освітньо-професійної програми «Гідротехнічне будівництво, водна
інженерія та водні технології»
зі спеціальності 194 Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні
технології

Видано в авторській редакції.

Електронний ресурс.
Підписано до видання 14.05.2025. Авт. арк. 4,5.

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка».
49005, м. Дніпро, просп. Дмитра Яворницького, 19.