

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
до проведення практичних занять,
виконання розрахунково-графічної роботи
та організації самостійної роботи
з навчальної дисципліни

«ВОДНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ВОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

*(для здобувачів вищої освіти всіх форм навчання
першого (бакалаврського) рівня
за спеціальністю 194 – Гідротехнічне будівництво,
водна інженерія та водні технології)*



Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2021

Методичні рекомендації до проведення практичних занять, виконання розрахунково-графічної роботи та організації самостійної роботи з навчальної дисципліни «Водна інженерія та водні технології» (для здобувачів вищої освіти всіх форм навчання першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 194 – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. К. Б. Сорокіна. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 82 с.

Укладач канд. техн. наук, доц. К. Б. Сорокіна

Рецензент

М. В. Дегтяр, кандидат технічних наук, доцент кафедри водопостачання, водовідведення і очищення вод Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою водопостачання, водовідведення та очищення вод, протокол № 1 від 01.09.2021.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| Вступ..... | 4 |
| 1 Рекомендації щодо проведення практичних занять..... | 5 |
| Тема 1 Кількісні та якісні характеристики водоспоживання..... | 5 |
| Тема 2 Визначення розрахункових витрат води різними категоріями споживачів..... | 9 |
| Тема 3 Використання та охорона природних водних джерел..... | 12 |
| Тема 4 Влаштування водопровідних мереж..... | 16 |
| Тема 5 Особливості очищення природних вод..... | 24 |
| Тема 6 Визначення розрахункових витрат стічних вод різних категорій споживачів..... | 29 |
| Тема 7 Влаштування водовідвідних мереж..... | 31 |
| Тема 8 Загальні умови меліорації. Оцінка проведення зрошення..... | 38 |
| Тема 9 Вплив осушення на водний режим осушуваних земель та водних об'єктів..... | 45 |
| Тема 10 Розрахунки дренажних систем..... | 53 |
| 2 Рекомендації щодо виконання розрахунково-графічної роботи..... | 59 |
| 3 Контрольні питання для самостійної роботи..... | 60 |
| Список рекомендованих джерел..... | 76 |
| Додатки..... | 78 |

ВСТУП

Для задоволення своїх поточних потреб людина використовує сучасні технології, винаходить нові матеріали, здійснює новітні розробки у різних сферах. Реалізація цих напрямів на пряму пов'язана з природним середовищем та використанням його потенціалу.

Протягом останніх десятиліть показники залученості природного середовища до сфери впливу людини набули грандіозних масштабів і з кожним роком тільки зростають. Подібні процеси завдають значної шкоди природі. Однак, з іншої сторони, неможливо зупинити технічний і технологічний розвиток (навіть з огляду на стан навколишнього середовища).

Водогосподарський комплекс України є складною природо-господарською системою, яка визначається власними засадами функціонування, структурою, особливостями реалізації поставлених завдань та пріоритетами розвитку. Важливо зазначити, що особливості роботи водогосподарського комплексу формуються у контексті загальної політичної та соціально-економічної ситуації в державі і значною мірою відображають внутрішні характеристики країни.

Метою функціонування водогосподарського комплексу є забезпечення потреб населення, економіки та інших систем у водних ресурсах відповідно до наявних стандартів. Крім того, важливо забезпечити можливість ефективного просторового та часового перерозподілу водних ресурсів як з метою покриття поточних потреб, так і для убезпечення окремих територій від несприятливих процесів.

Вода під час надходження до водогосподарського комплексу за допомогою різних інженерних процесів та технологій, готується до використання. На цьому етапі вона набуває ознак продукції водогосподарського комплексу, що надходить до споживачів у встановленому порядку.

Меліорація земель як система заходів щодо покращення властивостей та режиму ґрунтів у сприятливому напрямку є важливою складовою природооблаштування, про що свідчить вся історія розвитку людського суспільства, починаючи з тих пір, коли людина перейшла до осілого способу життя, у зв'язку з цим і виникла потреба зміни природного середовища.

Об'єктом впливу водних меліорацій у більшості випадків слугують ґрунти, засобом – регулювання їх водного та пов'язаних з ним повітряного, теплового і живильного режимів в комплексі з агротехнічними засобами. Завдання, мета і характер меліорацій визначаються агробіологічними умовами сільськогосподарських культур, економічними і господарськими можливостями, що залежить від рівня розвитку суспільного виробництва.

У даному виданні наведені методичні рекомендації щодо проведення практичних занять, організації самостійної роботи, виконання розрахунково-графічної роботи з навчальної дисципліни «Водна інженерія та водні технології».

1 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

ТЕМА 1 КІЛЬКІСНІ ТА ЯКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДОСПОЖИВАННЯ

1. Основні категорії водоспоживачів.
2. Режими водоспоживання.
3. Норми водоспоживання.

1 Основні категорії водоспоживачів

Основними категоріями водоспоживання є наступні:

– *господарсько-питні потреби населення* (тобто всі види водокористування, обумовлені побутом людей: пиття, приготування їжі, особиста гігієна і гігієна житла, прання і т.п.). Сюди ж відносяться такі витрати води, як поливання проїзної частини вулиць і тротуарів, зелених насаджень, обводнення міських водоймищ і обмін води в басейнах і т.п. (*комунальні потреби населених пунктів*). Ця категорія водокористувачів ставить до води вимоги, що регламентуються Державними санітарними правилами і нормами (ДержСАНПіН [1]) (тобто це перш за все вимоги санітарно-гігієнічного порядку). Разом з тим, в певних районах можливо використання води з підвищеною мінералізацією для поливання вулиць, заповнення ванн плавальних басейнів, обводнення міських водоймищ; можливе також використання доочищених стічних вод для поливання зелених насаджень, вулиць та інших цілей;

– *технологічні потреби різних промислових підприємств* – використання води як для промивки і охолодження сировини і продукції, так і для обслуговування устаткування. Кількісні і якісні вимоги до води цієї категорії споживачів визначаються технологією виробництва. Так, до води, яку використовують в хімічній, текстильній промисловості, ставлять вимоги низької жорсткості і майже повної відсутності заліза і марганцю, а іноді й повної деіонізації і т.п. До води, використовуваної для охолодження різних виробничих апаратів, ставлять вимоги з температури, відсутності грубих завислих частинок, стабільності, мінімальності вмісту біозабруднень. Для паросилового господарства потрібна величезна кількість води, яка не повинна містити домішок, що викликають відкладення накипу, спінювання котельної води, винесення солей з парою і корозію металу;

– *потреби пожежогасіння* – придатна вода практично будь-якої якості. У більшості випадків подача води для потреб пожежогасіння в містах покладається на ті ж системи міського водопостачання, які здійснюють подачу води для звичайних господарсько-питних потреб. В окремих випадках влаштовують також спеціальні протипожежні водопроводи. Витрату води на пожежогасіння приймають за розрахунком залежно від чисельності населення, поверховості будівель (для населеного пункту); ступеня вогнестійкості будівель, розмірів промислових будівель, характеру виробництва, тобто категорії з пожежної небезпеки (для виробничих підприємств), а також наявності сучасних засобів

пожежогасіння;

– *потреби сільського господарства*. Передбачається використання для господарсько-питних цілей, комунальних потреб (котельні, пральні, їдальні та ін.), виробничих цілей (майстерні з ремонту сільськогосподарської техніки, тепличні господарства і т. п.), водопою худоби.

Наведений перелік основних категорій водоспоживання дає уявлення про різноманітність використання води для потреб народного господарства і про велику відмінність вимог за її якістю.

Під час проектування водопроводів необхідно вирішувати питання про доцільність влаштування єдиної або роздільної системи водопостачання. Звичайно в містах передбачають єдиний господарсько-протипожежний водопровід. Він подає воду для господарсько-питних потреб промислових підприємств, розташованих в місті, іноді для технічних потреб тих підприємств, де потрібна вода питної якості. Для окремих крупних промислових підприємств міста або для групи виробництв одного району, які можуть використовувати неочищену воду, доцільно влаштовувати самостійні виробничі водопроводи.

Крім того, у містах зазвичай є низка підприємств, кожне з яких споживає відносно невелику кількість неочищеної води. Враховуючи їх розкиданість за територією міста, іноді виявляється економічно доцільним забезпечувати ці підприємства очищеною водою від мережі міського водопроводу, а не влаштовувати для них самостійні виробничі водопроводи.

Можливість об'єднання протипожежного водопроводу з господарсько-питним або виробничим водопроводом вирішують на основі техніко-економічних розрахунків. Найчастіше, як протипожежний, використовують господарсько-питний водопровід, що має велику розгалуженість на території підприємства. Іноді для цих цілей служить система виробничого водопроводу, а на підприємствах з підвищеною небезпекою влаштовують окремі протипожежні водопроводи.

2 Режими водоспоживання

Основним чинником, що визначає *режим роботи всіх елементів системи водопостачання*, є режим витрачання води споживачами, для яких ця система призначена. Для ряду водоспоживачів вирішення цього завдання не має утруднень. Наприклад, при проектуванні водопроводів промислових підприємств режим витрати води на виробничі потреби задається відповідно до технології підприємства графіком водоспоживання. Складніше встановити режим водоспоживання населених пунктів, який диктується цілим рядом чинників побутового характеру, пов'язаних з умовами життя і трудовою діяльністю людей. Тому при проектуванні водопроводів задаються вірогідним *графіком витрачання води* протягом розрахункової доби найбільшого водоспоживання (рис. 1.1).

З графіка видно, що вода протягом доби споживається нерівномірно. Ступінь нерівномірності водоспоживання характеризується відношенням максимальної годинної витрати до середньогодинної витрати, названим

коефіцієнтом годинної нерівномірності. Відношення максимальної добової витрати до середньодобової називають коефіцієнтом добової нерівномірності.

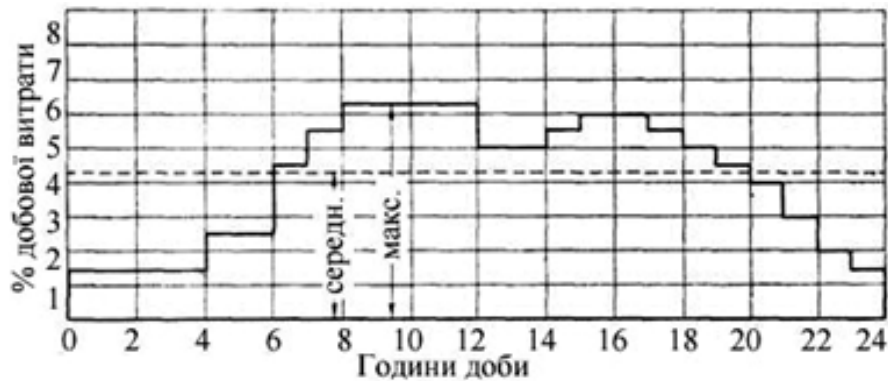


Рисунок 1.1 – Графік добового водоспоживання

Витрата води протягом кожної години також коливається. Проте при проєктуванні водопроводу допускають, що витрата води протягом однієї години залишається постійною. Тоді розрахункова секундна витрата під час максимального водоспоживання дорівнюватиме

$$q_{\max}^{\text{сек}} = q_{\max}^{\text{год}} / 3600, \text{ л/с.} \quad (1.1)$$

Коливання витрати води протягом доби на виробничі потреби промисловості обумовлені особливостями технологічного процесу і способами споживання води й залежать від тривалості роботи підприємства протягом доби. Проте більшість промислових підприємств мають свої регулюючі ємкості, тому відбирання води для них з міського водопроводу можна вважати рівномірним протягом доби.

Отже при розрахунку міського водопроводу повинен бути складений загальний графік водоспоживання на господарсько-питні потреби населення і споживання води з мережі міського водопроводу промисловими підприємствами, а також на поливання вулиць і зелених насаджень.

3 Норми водоспоживання

Під час проєктування систем водопостачання визначення необхідної споживачу кількості води є найважливішим завданням. *Загальна витрата на потреби населення* в якому-небудь населеному пункті пропорційна числу жителів. Отже для його визначення необхідно знати витрату води одним жителем на його господарсько-побутові потреби – *питому норму водоспоживання*. Ця величина складається з витрат води для різних цілей і залежить від ступеня санітарно-технічного обладнання місць проживання, благоустрою міста, кліматичних умов і т.п. Чим вищий ступінь санітарно-технічного обладнання, тим більше буде споживання води; в жаркому кліматі водоспоживання буде більше, ніж в помірному або холодному і т.п.

Аналіз досвіду експлуатації існуючих комунальних водопроводів дає можливість визначити фактичну витрату води на одного жителя при різному ступені санітарно-технічного обладнання житлових будинків у різних

кліматичних умовах. У нашій країні діють норми господарсько-питного водоспоживання, наведені в ДБН [2]. У ці норми входять витрати води на всі господарсько-питні потреби людей, що витрачаються як в житлових будинках, так і в громадських будівлях (їдальнях, лазнях, пральнях, кіно, клубах і т.п.).

Витрата господарсько-питної води не є постійною і міняється за сезонами року. Тому під час проектування системи водопостачання необхідно, крім *середньої добової витрати* споживаної води знати вірогідну *максимальну добову витрату*, яку визначають за допомогою *коефіцієнта добової нерівномірності*.

Для визначення сумарної витрати води на господарсько-питні потреби необхідно також враховувати витрату води на господарсько-питні потреби робітників під час перебування їх на виробництві.

Кількість води питної якості, яку забирають з міського водопроводу для поливу зелених насаджень, миття і поливу вулиць і площ, визначають у кожному випадку конкретно залежно від місцевих умов, установлюють органами місцевої влади. 20 % забираної води витрачається на ручний полив, 80 %, що залишилися, – на механізований. Питома витрата води на поливання (л/м² території) наведена в [2]. За відсутністю даних про площі за видами благоустрою (зелені насадження, проїзди і т.д.) питоме середньодобове за поливальний сезон споживання води на поливання з розрахунку на одного жителя приймають 30–90 л/добу залежно від кліматичних умов, потужності джерела водопостачання, ступеня благоустрою населених пунктів та інших місцевих умов.

Вода на виробничі потреби може забиратися з міського водопроводу (питна вода), з поверхневих або підземних джерел (технічна вода). Для підприємств, що вимагають великої кількості води, влаштовують власні водопроводи. Режим споживання води промисловим підприємством визначається технологією виробництва і обов'язково узгоджується з органами місцевої влади або водною інспекцією. У випадку, якщо є обмеження на відбір води з водопровідної мережі під час максимального водоспоживання, на території промплощини влаштовується водопровідний вузол, який включає РЧВ і НС, а іноді й дезінфікуючу установку. При великих витратах води і значних коефіцієнтах нерівномірності на підприємствах влаштовують акумулюючі ємкості, які заповнюються в години мінімального водоспоживання населеним пунктом. На введенні в промислове підприємство обов'язково встановлюють лічильник витрати води.

Нормування витрати води для пожежогасіння значно відрізняється. Пожежогасіння здійснюють струменем води, що подається пожежними кранами, які розміщуються на зовнішній водорозподільній мережі, а для внутрішнього пожежогасіння використовують пожежні крани, що встановлюються на мережі внутрішнього водопроводу. Розрахункова витрата води на гасіння однієї пожежі, а також число можливих одночасних пожеж на території населеного пункту або промислового підприємства встановлюють залежно від розмірів населених місць, розрахункової кількості мешканців, вогнестійкості споруд, щільності й особливостей забудови [2, 3].

ТЕМА 2 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ ВОДИ РІЗНИМИ КАТЕГОРІЯМИ СПОЖИВАЧІВ

1. Витрата води на господарсько-питні потреби населення міста.
2. Витрати води на поливання вулиць, площ, зелених насаджень.
3. Витрати води для промислових підприємств.
4. Витрати води на пожежогасіння.

1 Витрата води на господарсько-питні потреби населення міста

Середню добову витрату води населенням міста визначають за формулою:

$$Q_{\text{сер}}^{\text{доб}} = \frac{N \cdot q_{\text{М}}^{\text{доб}}}{1000}, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (1.2)$$

де N – кількість населення в місті;

$q_{\text{М}}^{\text{доб}}$ – норма добового водоспоживання на 1 мешканця населеного пункту, л/добу; визначають за [2, табл. 1].

Середню годинну витрату знаходять за формулою:

$$Q_{\text{сер}}^{\text{год}} = \frac{Q_{\text{сер}}^{\text{доб}}}{24}, \text{ м}^3/\text{год}. \quad (1.3)$$

Максимальну й мінімальну годинну витрату визначають за формулами:

$$Q_{\text{max}}^{\text{год}} = K_{\text{max}}^{\text{год}} \cdot Q_{\text{сер}}^{\text{год}}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (1.4)$$

$$Q_{\text{min}}^{\text{год}} = K_{\text{min}}^{\text{год}} \cdot Q_{\text{сер}}^{\text{год}}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (1.5)$$

де $K_{\text{max}}^{\text{год}}$, $K_{\text{min}}^{\text{год}}$ – максимальний і мінімальний коефіцієнти годинної нерівномірності, які визначають відповідно

$$K_{\text{max}}^{\text{год}} = \alpha_{\text{max}} \cdot \beta_{\text{max}}; \quad (1.6)$$

$$K_{\text{min}}^{\text{год}} = \alpha_{\text{min}} \cdot \beta_{\text{min}}, \quad (1.7)$$

де α – коефіцієнт, що враховує ступінь благоустрою будинків, режим роботи підприємств та інші місцеві умови; приймають $\alpha_{\text{max}} = 1,2-1,4$; $\alpha_{\text{min}} = 0,4-0,6$;

β_{max} , β_{min} – коефіцієнти, що враховують кількість мешканців в населеному пункті; визначають за [2, табл. 2].

Максимальну секундну витрату води знаходять за формулою:

$$q_{\text{max}}^{\text{с}} = \frac{Q_{\text{max}}^{\text{год}}}{3,6}, \text{ л/с}. \quad (1.8)$$

2 Витрати води на поливання вулиць, площ, зелених насаджень

Середня добова витрата

$$Q_{\text{сер}}^{\text{доб}} = \frac{F \cdot q \cdot n \cdot 0,1}{1000}, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (1.9)$$

де F – площа вулиць, площ, зелених насаджень, м²;

q – норма витрати води на поливання, приймають залежно від типу покриття, виду поливання та ін. умов за [2, дод. А];

n – кількість поливань, приймають 1–2 залежно від режиму поливання;

0,1 – поливається 10 % від усїєї площї

Середня годинна витрата

$$Q_{\text{сер}}^{\text{год}} = \frac{Q_{\text{сер}}^{\text{доб}}}{24}, \text{ м}^3/\text{год.} \quad (1.10)$$

Максимальна годинна витрата

$$Q_{\text{max}}^{\text{год}} = \frac{0,0417 \cdot F \cdot K_{\text{max}}^{\text{год}} \cdot q \cdot n \cdot 0,1}{1000}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (1.11)$$

де $K_{\text{max}}^{\text{год}}$ – коефіцієнт годинної нерівномірності витрати води на поливання, для середніх міст $K_{\text{max}}^{\text{год}} = 4$.

Максимальна секундна витрата води

$$q_{\text{max}}^{\text{с}} = \frac{Q_{\text{max}}^{\text{год}}}{3,6}, \text{ л/с.} \quad (1.12)$$

3 Витрати води для промислових підприємств

Витрата води для промислових підприємств складається з витрати води на господарсько-питні й комунальні потреби, витрати води на душ і витрати води на виробничі потреби.

Витрати води на господарсько-питні потреби підприємства

Середня годинна витрата:

$$Q_{\text{сер}}^{\text{год}} = \frac{0,045 \cdot N_{\text{гар}} + 0,025 \cdot N_{\text{хол}}}{24}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (1.13)$$

де 0,045 і 0,025 – норми водоспоживання на 1 робїтника в гарячих і холодних цехах відповідно, м³/добу;

$N_{\text{гар}}, N_{\text{хол}}$ – відповідно загальна кількість працівників на підприємствї в гарячих і холодних цехах.

Розрахунковї максимальна годинна і секундна витрати в розрїзі доби повинні прийматися за змінюю, в якї працює найбільша кількість робїтників (у максимальну зміню).

Максимальна годинна витрата

$$Q_{\text{max}}^{\text{год}} = \frac{0,045 \cdot n_{\text{гар}} \cdot K_{\text{гар}} + 0,025 \cdot n_{\text{хол}} \cdot K_{\text{хол}}}{t_{\text{зм}}}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (1.14)$$

де $n_{\text{гар}}, n_{\text{хол}}$ – відповідно кількість працівників на підприємствї в гарячих і холодних цехах у максимальну зміню;

$K_{\text{гар}}, K_{\text{хол}}$ – коефіцієнти годинної нерівномірності відповідно в гарячих і холодних цехах; $K_{\text{гар}} = 2,5$, $K_{\text{хол}} = 3$;

$t_{\text{зм}}$ – тривалість робочої змінї, год (8 год).

Максимальна секундна витрата води

$$q_{\max}^c = \frac{Q_{\max}^{\text{год}}}{3,6}, \text{ л/с.} \quad (1.15)$$

Витрати води на душ на підприємстві

Кількість води, необхідної для користування душем робітниками, які працюють в гарячих і холодних цехах,

$$V_{\text{зм}} = (0,06 \cdot n_{\text{гар}}^{\text{д}} + 0,04 \cdot n_{\text{хол}}^{\text{д}}), \text{ м}^3, \quad (1.16)$$

де 0,06 і 0,04 – норми витрати на один душ у гарячих і холодних цехах відповідно, м³/осіб;

$n_{\text{гар}}^{\text{д}}$, $n_{\text{хол}}^{\text{д}}$ – кількість робітників у гарячих і холодних цехах в зміну відповідно, які користуються душем, осіб. Для розрахунку максимальної витрати приймаються кількості робітників у максимальну зміну.

За нормами користування душ приймають протягом 45 хв (0,75 год) після закінчення кожної зміни, тому максимальна годинна витрата води на душ

$$Q_{\max}^{\text{год}} = \frac{V_{\text{зм}}}{0,75}, \text{ м}^3/\text{год.} \quad (1.17)$$

Максимальна секундна витрата води

$$q_{\max}^c = \frac{Q_{\max}^{\text{год}}}{3,6}, \text{ л/с.} \quad (1.18)$$

Витрати води на виробничі потреби підприємства

Витрати води на виробничі потреби підприємства повинна прийматися за даними технологів.

Максимальні добові витрати води підприємства на виробничі потреби

$$Q_{\max}^{\text{доб}} = \Pi \cdot q_{\text{пит}}, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (1.19)$$

де Π – добова продукція підприємства;

$q_{\text{пит}}$ – середня питома витрата на виробництво одиниці продукції, м³.

Максимальна годинна витрати

$$Q_{\max}^{\text{год}} = \frac{Q_{\max}^{\text{доб}}}{t}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (1.20)$$

де t – тривалість роботи підприємства в розрізі доби, год.

Максимальна секундна витрата води на виробничі потреби:

$$q_{\max}^c = \frac{Q_{\max}^{\text{год}}}{3,6} \text{ л/с.} \quad (1.21)$$

4 Витрати води на пожежогасіння

Максимальну секундну витрату води на гасіння пожеж визначають за формулою:

$$Q_{\text{пож}} = q_{\text{пож}} \cdot n + q'_{\text{пож}}, \text{ л/с}, \quad (1.22)$$

де $q_{\text{пож}}$ – розрахункова витрата води на пожежогасіння 1 зовнішньої пожежі, л/с; визначають за [2, табл. 3] для населеного пункту або [2, табл. 5, 6] для промислового підприємства;

$q'_{\text{пож}}$ – розрахункова витрата води на внутрішнє пожежогасіння, л/с; визначають за [3, табл. 3] для населеного пункту або [3, табл. 4] для промислового підприємства;

n – кількість пожеж.

Виходячи з розрахункової тривалості пожежі $t_{\text{п}} = 3$ год, повну кількість води на гасіння пожежі можна визначити за формулою

$$V_{\text{пож}}^{\text{повн}} = 10,8 \cdot (q_{\text{пож}} \cdot n + q'_{\text{пож}}), \text{ м}^3. \quad (1.23)$$

Повна кількість води на гасіння пожежі за 3 год. в населеному пункті та на промислового підприємстві визначається згідно з п. 6.2.12 [2]; умовно можна прийняти:

$$V'_{\text{пож}} = V_{\text{пож}}^{\text{повн}} \text{ НП} + 0,5 \cdot V_{\text{пож}}^{\text{повн}} \text{ ПП}, \text{ м}^3. \quad (1.24)$$

Витрата води на пожежогасіння за 1 год

$$Q_{\text{пож}}^{\text{год}} = \frac{V'_{\text{пож}}}{3}, \text{ м}^3/\text{год}. \quad (1.25)$$

Секундна витрата води на пожежогасіння

$$q_{\text{пож}}^{\text{с}} = \frac{Q_{\text{пож}}^{\text{год}}}{3,6}, \text{ л/с}. \quad (1.26)$$

ТЕМА 3 ВИКОРИСТАННЯ ТА ОХОРОНА ПРИРОДНИХ ВОДНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Категорії водойм за особливістю використання.

2. Влаштування зон санітарної охорони.

1 Категорії водойм за особливістю використання

Об'єктами водокористування та водоспоживання є, переважно, поверхневі та підземні прісні води, територіальні морські води.

Особливу увагу при організації природоохоронних заходів приділяють проблемам захисту прісних вод. Охорона води – це система заходів, спрямованих на запобігання, обмеження і ліквідацію наслідків забруднення, засмічення і виснаження води.

Відповідно до «Правил охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами», прісні води суходолу поділяють залежно від характеру їх використання на чотири категорії:

I категорія – водойми господарсько-питного водопостачання населення та підприємств харчової промисловості;

II категорія – водойми культурно-побутового призначення, що використовують для рекреації, заняття спортом тощо;

III категорія – водойми рибогосподарського призначення для збереження

та нересту особливо цінних порід риб, які чутливі до кількості розчинного у воді кисню та кількості завислих речовин;

IV категорія – водойми рибогосподарського призначення для збереження інших порід риб та їх нересту.

Відповідно до категорії водойм у місцях водокористування або водозабору під час водоспоживання, встановлені відповідні нормативи якості води, які об'єднані в дві групи: гігієнічні та санітарні (табл. 3.1). Нормами якості води називають установлені значення показників якості води, дотримання яких забезпечує потреби конкретних видів водокористування.

Для гігієнічної оцінки якості води використовують такі показники:

- кількість завислих речовин;
- температура;
- водневий показник;
- мінеральний склад води;
- концентрація розчиненого у воді кисню;
- біохімічне споживання кисню повне (БСК_{повн});
- хімічне споживання кисню (ХСК);
- наявність збуджувачів хвороб тощо.

Для санітарної оцінки якості води використовують такі показники:

- граничнодопустимі концентрації забруднювальних воду речовин, з врахуванням лімітуючих ознак шкідливості;
- класи небезпеки хімічних речовин.

Норми показників якості води для кожної категорії враховують особливості використання або споживання вод, а для водойм рибогосподарського призначення враховується явище біокумуляції та чутливість деяких гідробіонтів (табл. 1.1). Найвищі вимоги до якості води – у водоймах III та I категорії.

Таблиця 1.1 – Деякі гігієнічні та санітарні вимоги до складу та властивостей води

| Показники складу та властивостей води | I категорія | II категорія | III категорія | IV категорія |
|---------------------------------------|---|--|---|--|
| Кількість завислих речовин | ≤ 0,25 мг/дм ³ | ≤ 0,75 мг/дм ³ | ≤ 0,25 мг/дм ³ | ≤ 0,75 мг/дм ³ |
| Кількість домішок, які спливають | На поверхні водойми не має бути плаваючих плівок, плям масел та нафтопродуктів, відсутні інші домішки | | | |
| Кількість розчиненого кисню | ≥ 4,0 мг/дм ³ | ≥ 4,0 мг/дм ³ | ≥ 6,0 мг/дм ³ | ≥ 4,0 мг/дм ³ |
| БСК _п | ≤ 3,0 мгО ₂ /дм ³ | ≤ 6,0 мгО ₂ /дм ³ | ≤ 3,0 мгО ₂ /дм ³ | ≤ 3,0 мгО ₂ /дм ³ |
| ХСК | ≤ 15,0 мгО/дм ³ | ≤ 30,0 мгО/дм ³ | ≤ 15,0 мгО/дм ³ | ≤ 30,0 мгО/дм ³ |
| Вміст токсичних речовин | Лімітується ГДК _В (гігієнічними) | | Лімітується ГДК _{ВР} (рибогосподарськими) | |
| Водневий показник (рН) | 6,8 – 8,0 | 6,8 – 8,0 | 6,8 – 8,0 | 6,8 – 8,0 |
| Збудники захворювань | Вода не має містити збудників захворювань | | | |

Для вод господарсько-питного і культурно-побутового призначення для нормування їх якості встановлюються ГДК_В шкідливих речовин з врахуванням трьох лімітуючих ознак (показників) шкідливості: органолептичного, санітарного або загальносанітарного та санітарно-токсикологічного.

Для вод рибогосподарського призначення – ГДК_{ВР} з врахуванням п'яти лімітуючих ознак (показників) шкідливості: органолептичного, санітарного або загальносанітарного, санітарно-токсикологічного, токсикологічного та рибогосподарського.

Лімітуюча ознака шкідливості – це одна з ознак шкідливості речовин, що забруднюють воду, яка визначає їхній переважний негативний вплив і характеризується найменшим значенням ефективної-неефективної концентрації.

Кожна лімітуюча ознака шкідливості характеризує ту чи іншу властивість забруднювальних речовин, яка показує прояв їх шкідливої дії, а саме:

- органолептичний показник шкідливості характеризує здатність речовин змінювати органолептичні властивості води, зокрема смак, запах, забарвленість тощо;

- загальносанітарний показник шкідливості характеризує вплив речовин на процеси природного самоочищення вод за рахунок біохімічних реакцій за участю природної мікрофлори або хімічних перетворень;

- санітарно-токсикологічний показник характеризує шкідливу дію речовин на організм людини;

- токсикологічний показник шкідливості характеризує токсичність речовин для гідробіонтів, зокрема планктон тощо;

- рибогосподарський показник шкідливості характеризує вплив речовин на погіршення якості промислових риб.

Найменша із нешкідливих концентрацій за трьома або п'ятьма ознаками шкідливості приймається за ГДК із зазначенням лімітуючого показника шкідливості.

Варто зазначити, що ГДК_{ВР} мають відповідати ряду вимог, за яких не має спостерігатись загибель риб та кормових організмів для риб, поступове зникнення видів риб або кормових організмів, погіршення товарних якостей риби та заміна цінних видів риб на малоцінні. Тому, рибогосподарські водні об'єкти іноді поділяють не на дві категорії (III та IV за попередньою класифікацією), а на три:

- водойми вищої категорії, до яких відносять місця розташування нерестилищ, масового нагулу та зимувальні ями особливо цінних видів риб та інших промислових водних організмів, а також зони, які знаходяться під охороною, господарств будь-якого типу для розведення і вирощування риб, інших водних тварин і рослин;

- водойми першої категорії, до яких належать об'єкти, які використовують для збереження і відтворення цінних порід риб, що мають високу чутливість до кількості розчиненого у воді кисню;

- водойми другої категорії, до яких належать водні об'єкти, які використовують для інших рибогосподарських цілей.

Оцінка якості природних вод є справою складною і клопіткою.

Існує низка підходів і методик цієї процедури і, здебільшого, оцінку якості природних вод проводять за інтегральними показниками якості (іноді за індивідуальними), хоча ці показники в силу своєї відносності практично непридатні для їх використання як критерію «краще» або «гірше».

2 Влаштування зон санітарної охорони

Зона санітарної охорони поверхневого джерела водопостачання є територію, що охоплює використовуване водоймище і частково басейн його живлення. На цій території встановлюється режим, що гарантує надійний захист джерела водопостачання від забруднення і забезпечує необхідні санітарні якості води. Звичайно зона санітарної охорони складається з трьох поясів.

Перший пояс (пояс «суворого режиму») охоплює водоймище в місці забору води і територію розташування головних водопровідних споруд (водоприймачі, насосні й очисні станції, резервуари). Територію поясу захищають від доступу сторонніх осіб і оточують зеленими насадженнями. Постійне перебування людей в першій зоні не допускається. Межі першого поясу для річки або каналу встановлюють: вгору за течією – не менше 200 м від водозабору; вниз за течією – не менше 100 м від водозабору; по прилеглому берегу до водозабору – не менше 100 м від лінії урізання води при максимальному рівні. Межі першого поясу санітарної охорони водосховища або озера, використовуваних як вододжерело, встановлюють: по акваторії на всіх напрямках – не менше 100 м від водозабору; по прилеглому берегу до водозабору – не менше 100 м від лінії урізання води при максимальному рівні. На водозаборах ковшового типу в перший пояс входить вся акваторія ковша.

Другий пояс зони санітарної охорони включає територію по обидві сторони річки на відстані 500–1 000 м (залежно від рельєфу місцевості) вгору за течією виходячи з пробігу води від меж поясу до водозабору при витраті води 95 % забезпеченості в строк до 3 діб, вниз за течією – не менше 100 м.

Третій пояс зони санітарної охорони включає джерело водопостачання і басейн його живлення, тобто всі території і акваторії, які впливають на формування якості води джерела, використовуваного для водопостачання. Межі території третього поясу річки або каналу визначають виходячи з можливості забруднення водоймища стійкими хімічними речовинами: вгору за течією, виходячи з пробігу води від меж поясу до водозабору при витраті води 95 % забезпеченості в строк до 5 діб; вниз за течією – не менше 250 м; бічні межі – по вододілу. Для водосховища або озера межі третього поясу встановлюють, виходячи з тривалості протікання води від них до водозабору в течію не менше 5 діб при максимальній швидкості течії.

Зона санітарної охорони підземних вод також ділиться на три пояси.

Межі першого поясу встановлюють на наступній відстані від водозабору: для надійно захищених горизонтів – не менше 30 м; для незахищених, недостатньо захищених горизонтів і інфільтраційних водозаборів – не менше 50 м. Очевидно, що для інфільтраційних водозаборів в межі першого поясу необхідно включати прибережну територію між водоймищем і водоприймальною спорудою. Як показала практика, для одиночних колодязів,

які розташовані на території, що виключає забруднені ґрунти, відстань від них до огорожі допускається відповідно до 15 і 25 м.

Другий пояс (зона обмежень) – є територія, для якої вводяться певні обмеження використання з тим, щоб запобігти можливості забруднення експлуатованого водоносного пласта. Межі другого поясу встановлюють залежно від місцевих гідрогеологічних умов і характеру використання підземного потоку. Розрахунок враховує час мікробного забруднення води (його просування від меж поясу до водозабору від 100 до 400 діб). У цій зоні не допускаються які-небудь роботи, пов'язані з порушенням порід, що перекривають зверху водоносний пласт.

Межа третього поясу визначається розрахунком, що враховує час просування хімічного забруднення води до водозабору, яке повинне бути більше прийнятої тривалості експлуатації водозабору, але не менше 25 років.

Межа першого поясу зони санітарної охорони майданчика водоочисних споруд повинна співпадати з її обгородженням, яку розташовують на відстані: не менше 30 м від стін запасних і регулюючих ємкостей, фільтрувальних споруд і насосних станцій; не менше 10 м від стін або конструкцій стовбура водонапірної башти; відстані від стін решти приміщень слід приймати за ДБН. При прокладці водоводів по незабудованій території зону санітарної охорони належить передбачати у вигляді смуги завширшки в обидві сторони від крайніх ліній: за відсутністю ґрунтових вод або руху їх від водоводів при діаметрі до 1 000 мм – 10 м, при діаметрі більше 1 000 мм – 20 м, а при русі ґрунтових вод у напрямі до водоводу незалежно від їх діаметру – не менше 50 м. При проходженні водоводів по забудованій території допускається зменшення ширини смуги зони санітарної охорони.

ТЕМА 4 ВЛАШТУВАННЯ ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ

1. Необхідні напори в мережі.
2. Втрати води в системах комунального водопостачання.
3. Глибина закладення та укладка водопровідних труб.

1 Необхідні напори в мережі

Вільний напір у зовнішній водопровідній мережі повинен забезпечувати подачу води з деяким запасом (залишковим напором $h_{\text{зал}}$) у найвищу і найбільш віддалену від зовнішньої мережі водорозбірну точку всередині будівлі (рис. 1.2).

Цей напір, м, називають *вільним* $H_{\text{вільн}}$, або необхідним:

$$H_{\text{вільн}} = H_{\text{Г}} + h_{\text{втр}} + h_{\text{зал}}, \text{ м}, \quad (1.27)$$

де $H_{\text{Г}}$ – геометрична висота подачі води від поверхні землі до найвищої водорозбірної точки, м;

$h_{\text{втр}}$ – втрати напору у внутрішній мережі, вводі та у водомірному вузлі, м;

$h_{\text{зал}}$ – залишковий напір у диктуючому приладі, м.

Геометричну висоту подачі води $H_{\text{Г}}$, м, визначають за формулою:

$$H_{\text{Г}} = h_{\text{пл}} + (n - 1) \cdot h_{\text{п}} + h_{\text{пр}}, \text{ м}, \quad (1.28)$$

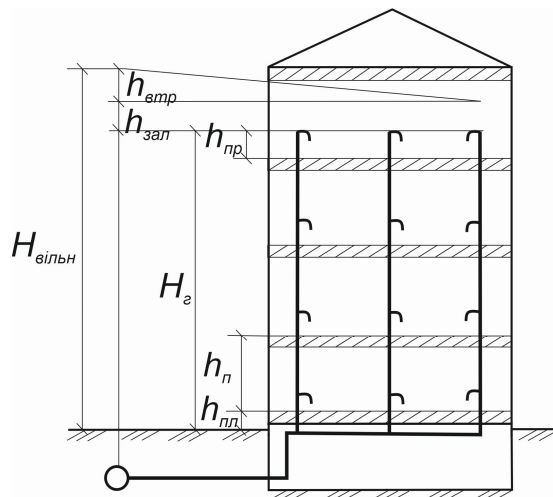


Рисунок 1.2 – Схема подачі води з зовнішньої мережі в будівлю

де $h_{пл}$ – перевищення позначки підлоги 1 поверху над поверхнею землі (планувальна висота), м;

n – кількість поверхів у будинку;

$h_{п}$ – висота поверху будівлі, м;

$h_{пр}$ – висота розташування диктуючого пристрою над підлогою, м.

Згідно з [2, п. 6.3.1, 6.3.2] для зовнішніх мереж систем централізованого питного водопостачання напір води на ввіді в будівлю (над поверхнею землі) має бути:

а) максимальним – не більше ніж 45 м;

б) мінімальним:

– при одноповерховій забудові – не менше ніж 10 м,

– при багатоповерховій забудові – додатково по 4 м на кожний наступний поверх (але не більше ніж 45 м).

Зонування системи централізованого питного водопостачання населеного пункту слід передбачати для районів з напором більше ніж 45 м. При напорах на ввіді в будівлю більше ніж 45 м слід передбачати установку регуляторів тиску. Вільний напір у мережі у водорозбірних колонок приймається не менше ніж 10 м. У години мінімального водоспоживання напір на кожний поверх, крім першого, допускається приймати 3 м та забезпечувати подачу води в ємкості для її зберігання.

Для окремих багатоповерхових будівель або груп будівель, що розташовані у районах з меншою поверховістю забудови або на підвищених місцях, слід передбачати насосні станції або установки підкачування згідно з [3].

Вільний напір у зовнішній мережі системи виробничого водопостачання слід приймати за галузевими будівельними нормами технологічного проектування.

Таким чином, вільний напір у зовнішній водопровідній мережі населених пунктів для попередніх розрахунків при одноповерховій забудові приймаємо рівним 10 м, а при більшій поверховості будівель додаємо по 4 м на кожний додатковий поверх:

$$H_{вільн} = 10 + 4 \cdot (n - 1), \text{ м.} \quad (1.29)$$

Зазвичай, напір у зовнішній водопровідній мережі створюють насоси станції II підйому. Коли насоси не працюють, напір підтримують за рахунок запасу води у водонапірній башті.

Для оцінки забезпеченості необхідного напору в зовнішній водопровідній мережі будують п'єзометричну лінію, яка характеризує п'єзометричний напір у різних точках мережі.

Наявний напір у будь якій точці мережі, що представляє собою різницю відміток п'єзометричної лінії та поверхні землі, повинен бути не менше вільного напору. За цієї умови забезпечується подача води в найвищу точку всередині будівлі.

У протипожежному водопроводі необхідний напір залежить від способу пожежогасіння.

Зовнішня мережа, на якій встановлені пожежні гідранти для безпосередньої подачі води на гасіння пожежі, називається протипожежним водопроводом високого тиску. Протипожежні водопроводи високого тиску влаштовують тільки на промислових підприємствах при відповідному обґрунтуванні. Необхідний напір у мережі створюють протипожежні насоси, які встановлені на насосній станції. Ці ж насоси забезпечують роботу пожежних кранів усередині будівлі.

Протипожежні насоси, що встановлені на насосній станції, включають в тому випадку, якщо господарсько-питні та виробничі насоси не забезпечують подачу пожежної витрати.

Зовнішня мережа, на якій встановлені пожежні гідранти для подачі води на гасіння пожежі за допомогою пересувних пожежних насосів, називається протипожежним водопроводом низького тиску. Для забезпечення безперебійної дії пожежних насосів напір у мережі під час пожежі повинен бути не менше 10 м.

2 Втрати води в системах комунального водопостачання

Питну воду як продукцію промислового виробництва можна розглядати як товарну продукцію галузі комунального водопостачання.

Під час виробництва й використання будь-якого виду продукції неминучі певні втрати як сировини, так і самої продукції. У зв'язку з цим виробництво і транспортування питної води, її споживання у житлових будинках і на промислових підприємствах також супроводжується втратами як вихідної води, так і готової продукції – питної води.

Втрати води можна класифікувати на такі дві групи:

- *споживчі*, тобто втрати реалізованої товарної продукції;
- *технологічні*, тобто втрати питної води (або сировини) у процесах її видобутку, виробництва і транспортування до споживачів.

Крім того, до втрат товарної продукції повинні бути віднесені *невраховані* витрати води.

Споживчі втрати (реалізованої продукції), тобто оплачені підприємству водопостачання, визначаються різницею між обсягом фактичної реалізації води споживачам та її раціональною розрахунковою потребою. Як у житловому фонді, так і на комунально-побутових і промислових підприємствах значна

кількість води витрачається даремно. Ці марні витрати води виявляються у вигляді витоків і нераціонального використання.

Витоки води – це мимовільне витікання води з різних елементів систем водопостачання (трубопроводів, устаткування, арматури, резервуарів і т.п.) під дією природних сил (напір, гравітація). Витоки води визначаються тільки технічним станом елементів системи водопостачання і можуть бути майже повністю усунуті.

Нераціональне використання води є прямим результатом впливу людини на керовані елементи системи водопостачання, наприклад, на санітарно-технічну арматуру, хоча обсяг нераціональних витрат води деякою мірою також залежить від технічних причин, наприклад, напору. Повністю усунути нераціональне використання води в житлових будинках неможливо, але його можна значно знизити до рівня, за якого населення не зазнає труднощів у користуванні водою. Нераціональне використання води в технологічних виробничих процесах викликають різні причини, наприклад, недосконалість схем використання води, неоптимальні режимні параметри роботи виробничого устаткування. На промислових та інших підприємствах нераціональне використання води можна повністю усунути.

Технологічні втрати води залежать від умов її видобутку, виробництва і транспортування. Технологічні втрати на підприємствах з виробництва питної води визначаються, з одного боку, якістю вихідної води і прийнятою технологічною схемою її очищення, а з іншого – вимогами місцевих органів Державного санітарного нагляду до періодичності технічного обслуговування очисних споруд. При експлуатації систем подачі й розподілу (транспортування) води втрати її пов'язані з промиванням, дезінфекцією і гідравлічними випробуваннями трубопроводів, під час технічних і профілактичних ремонтів та обслуговування мереж і арматури, а також під час виконання натурних обстежень для оцінки пропускної здатності діючої системи і розробки заходів щодо її інтенсифікації. Ці витрати води є непродуктивними, марними витратами товарної продукції, хоча й обумовлені технологічною потребою. Для компенсації цих втрат підприємства водопостачання змушені включати пов'язані з цим матеріальні витрати у собівартість продукції, що погіршує техніко-економічні показники їх роботи.

Особливо слід зупинитися на проблемі неврахованих витрат товарної продукції. До цієї групи можна віднести:

- приховані витоки із зовнішніх трубопроводів і мережної арматури (невеликі течії, що не виходять на поверхню землі);
- втрати води під час аварій на трубопроводах;
- витрати води абонентів, що не враховуються вимірювальними приладами через недостатню чутливість водолічильників у зоні невеликих витрат;
- витрати на пожежогашіння і пожежонавчання;
- розкрадання води.

На перший погляд, об'єднання в одній групі настільки різнохарактерних витрат води здається невмотивованим і тому недостатньо обґрунтованим. Щоб

правильно враховувати й планувати заходи щодо скорочення неврахованих витрат води, бажано окремо враховувати величину і причини появи кожного з них.

З наведеного переліку видно, що в розряд неврахованих віднесені як витрати, що є прямими втратами товарної продукції (через аварії і недостатню герметичність трубопроводів і розкрадання води), так і технологічні витрати, пов'язані безпосередньо із забезпеченням нормальної технічної експлуатації і налагодженням роботи систем подачі й розподілу води, а також з пожежонавчаннями. Разом з тим сюди віднесені витрати, не враховувані водолічильниками абонентів, що в певних умовах можуть і не бути прямими втратами води, тому що вода в кінцевому рахунку використана споживачами. Але при всій різноманітності вказаних видів неврахованих витрат води їх об'єднують в одну групу дві обставини. По-перше, всі вони являють собою неоплачену підприємству водопостачання товарну продукцію і, отже, мають бути віднесені до витрат виробництва. По-друге, кількісно вони можуть бути зареєстровані вимірювальними приладами тільки сукупно, в сумі, як різниця між кількістю поданої і реалізованої води.

Для кожного з вказаних видів неврахованих витрат окремо можуть бути проаналізовані тільки причини їхньої появи. Наближена кількісна оцінка може бути зроблена тільки для деяких видів втрат води, наприклад, на промивання під час аварій трубопроводів. Це обумовлено тим, що до неврахованої відноситься продукція, яка витрачається на ділянці між двома основними пунктами контролю за витратою води – між витратомірами у водоживильників, які реєструють загальну подачу води, і водолічильниками, які реєструють споживання води кожним абонентом. Через складність організації більш детального проміжного обліку віднесення перерахованих видів втрат води до однієї групи на сучасному етапі здається правомірним, хоча і змушеним.

Зрозуміло, більш правильно було б називати ці витрати води неоплаченою товарною продукцією, а термін «невраховані» поширити тільки на ті види витрат, що дійсно не враховуються і не можуть бути враховані з різних причин за допомогою вимірювальних приладів. Усі інші витрати цієї групи, крім власне неврахованих приладами, хоча і сукупно, але все-таки піддаються об'єктивній оцінці (хоча б за різницею показань витратомірів і водолічильників) і тому не є, строго кажучи, неврахованими. Але термін «невраховані» як затверджений у застосуванні до вказаних видів витрат води при нинішньому стані й технічній оснащеності приладами обліку підприємств комунального водопостачання, напевно, може бути збережений.

Характеристика видів втрат з погляду сформованих способів їхнього обліку, оплати, оцінки величини і можливості усунення в різних елементах системи водопостачання (від місця видобутку до реалізації абонентам) наведена в таблиці 1.2 і на рисунку 1.3.

Норми водоспоживання повинні чітко регламентувати три складові споживання води: корисна витрата, нераціональна витрата і витоки води. Це забезпечить можливість контролю та аналізу причин підвищених витрат порівняно із установленими нормативами, цілеспрямовано домагатися всілякого

зниження водоспоживання за рахунок зменшення частки нераціонального використання і витоків води.

Скорочення технологічних витрат і усунення втрат до водолічильника абонента є прямою функцією персоналу підприємства комунального водопостачання. Скорочення втрат і нераціонального використання води у абонентів безпосередньо залежить від споживачів і є їхнім прямим обов'язком.

Таблиця 1.2 – Класифікація і характеристика витрат води в системах комунального водопостачання

| Елементи системи водопостачання | Водозабірні споруди | Очисні споруди | Система подачі й розподілу води | Споживачі (абоненти) |
|--|---|--|--|---|
| Види втрат води | Технологічні втрати сировини (води джерела) | Технологічні втрати товарної продукції (питної води) | Технологічні втрати товарної продукції (питної води): витоки, втрати під час аварій, промивання, розкрадання, пожежогасіння | Витоки і нераціональне використання води |
| Спосіб обліку витрати води | Не оцінюються | Враховуються за допомогою приладів | Оцінюються в сумі неврахованих витрат | Не оцінюються, враховуються в загальному обсязі витраченої води |
| Спосіб оплати | Не оплачуються | Не оплачуються | | Оплачуються в загальному обсязі витраченої води |
| Можливість оцінки, усунення втрат води | Можуть бути враховані повністю і скорочені | Можуть бути скорочені | Можуть бути оцінені орієнтовно і скорочені | Можуть бути оцінені орієнтовно, витоки повністю усунути, нераціональне використання скорочене |

3 Глибина закладення та укладка водопровідних труб

Глибина закладення труб залежить від:

- глибини промерзання ґрунту, тобто глибини проникнення нульової ізотерми;
- від температури води, яка подається трубами;
- режиму подачі води.

Глибина промерзання ґрунту відрізняється не тільки для різних районів, але і в одному й тому ж районі залежно від характеру ґрунтів, наявності ґрунтових вод, рослинного покриву, наявності та товщини снігового покриву, умов нагрівання поверхні землі сонцем тощо.

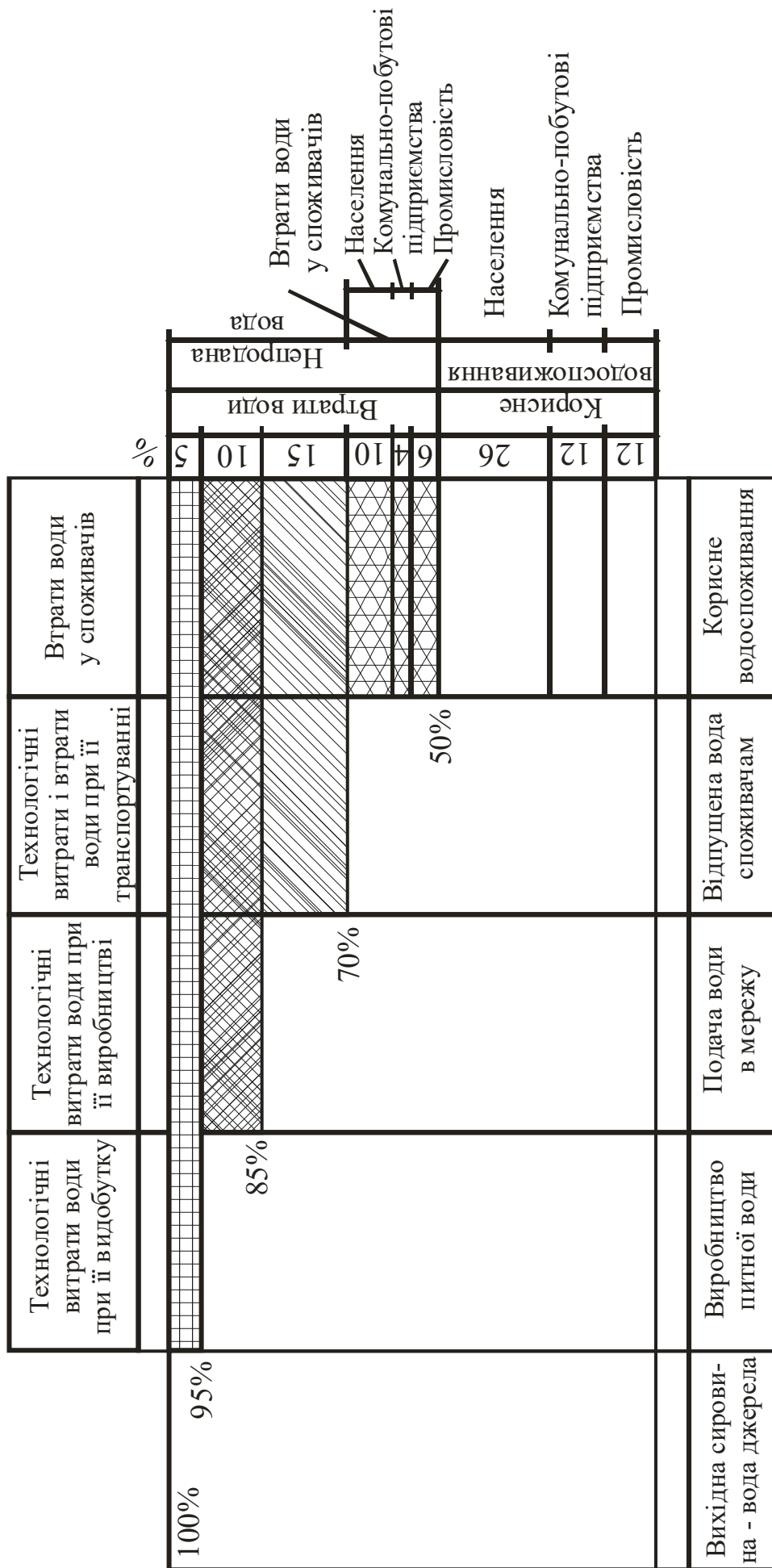


Рисунок 1.3 – Характеристика й величина втрат води в різних елементах системи водопостачання

Враховання цих обставин під час призначення глибини закладення труб в кожному окремому випадку дозволить, з одного боку, уникнути зайвого заглиблення та, з іншого боку, забезпечити безперебійність роботи лінії.

Під час визначення глибини закладення водоводів всі перераховані умови можуть бути враховані з допомогою теплотехнічних розрахунків. Ці розрахунки, однак, не можуть дати цілком точні результати зважаючи на необхідність низки припущень та труднощі суворого визначення розрахункових параметрів. Для розвідних мереж внаслідок змінного режиму їх роботи та великого діапазону використовуваних діаметрів теплотехнічні розрахунки не проводять і глибину закладення труб визначають на підставі дослідних даних з урахуванням місцевих умов.

За рекомендаціями ДБН В.2.5-74:2013 [2] глибина закладення труб (рахуючи до низу труби) повинна бути на 0,5 м більше розрахункової глибини промерзання ґрунту (проникнення в ґрунт нульової ізотерми).

Мінімальну глибину закладення визначають виходячи з умови збереження труб від зовнішніх навантажень (зокрема, від транспорту) та нагрівання в літній час. З міркувань захисту труб від нагрівання глибина закладення труб господарсько-питних водопроводів не повинна бути менше 0,5 м до верху труби.

Глибина закладення труб, яка прийнята для даної місцевості, приблизно однакова для всієї мережі, та водопровідні лінії в основному йдуть послідовно рельєфу місцевості.

Повздовжні профілі ліній труб повинні слід проектувати таким чином, щоб забезпечувалася можливість спорожнення будь-яких ділянок мережі та випуск із них повітря. Для цього мережу розбивають на ділянки з різними за знаком ухилами, пристосовуючись до рельєфу місцевості, але не йдучи за всіма його дрібними видозмінами. У знижених місцях на водоводах та магістральних лініях для можливості їх спорожнення влаштовують випуски, а в підвищених точках на переломі лінії в профілі встановлюють повітряні вантузи, що забезпечують випуск повітря.

Перед початком роботи з укладання труб необхідно провести розбивання траси водоводів та ліній мережі в натурі. Траса та відмітки закладення водопровідних труб слід ув'язувати (згідно із проектом) з розташуванням труб та каналів іншого призначення, існуючих або передбачуваних до прокладання на тій же території. При цьому передбачається поєднане прокладання сусідніх ліній в одній траншеї.

За значного діаметру водопровідної лінії (500–600 мм та більше) будинкові відгалуження приєднують зазвичай не безпосередньо до цієї лінії, а до такої труби, що йде паралельно та з'єднується з магістраллю у вузлових точках мережі.

У великих містах та на промислових підприємствах з великою кількістю трубопроводів та кабелів різного призначення для їх поєднаного прокладання влаштовують спеціальні прохідні тунелі (колектори), які допускають вільний огляд труб та їх ремонт без розкопування траншей.

Після укладання та гідравлічного випробування водопровідних ліній, перед запуском їх в експлуатацію їх промивають шляхом пропуску ними води з

великою швидкістю. Труби великого діаметру, що допускають виробництво робіт зсередини, необхідно перед промиванням очищати від можливих забруднень вручну.

Останнім часом з успіхом застосовують гідропневматичне промивання мережі, що дає значне скорочення часу промивання та витрат промивної води. Лінії водопроводів господарсько-питного призначення необхідно, крім того, піддавати дезінфекції. Для цього ділянку лінії заповнюють водою, що містить 20–30 мг хлору на 1 л води. Хлорування лінії має тривати не менше доби. Після дезінфекції мережу необхідно знову промити.

ТЕМА 5 ОСОБЛИВОСТІ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНИХ ВОД

1. Використання реагентів для очищення природних вод.
2. Особливості процесів знезараження води.
3. Основні методи очищення підземних вод.

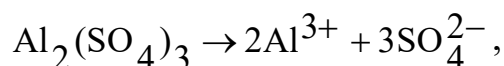
1 Використання реагентів для очищення природних вод

Для інтенсифікації процесів водоочищення можуть бути використані різні хімічні речовини, називані *реагентами*. Зокрема для поліпшення процесів прояснення і знебарвлення можуть бути застосовані коагулянти і флокулянти.

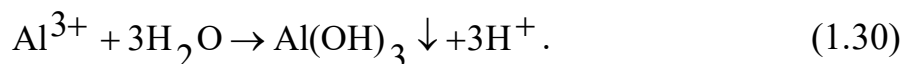
Коагуляцією домішок води називають процес укрупнення найдрібніших колоїдних і нерозчинених частинок, що відбувається внаслідок їх взаємного злипання під дією сил міжмолекулярного тяжіння. Коагуляція завершується утворенням видимих неозброєним оком агрегатів – пластівців. Розрізняють два типи коагуляції: *коагуляція у вільному об'ємі*, що відбувається в камерах утворення пластівців, і *контактна коагуляція*, що відбувається в товщі зернистого завантаження або в масі завислого осаду. Коагуляцію домішок води проводять під час її прояснення й знебарвлення з метою інтенсифікації процесів осадження і фільтрування.

Найбільш часто вживаними реагентами при коагуляції – коагулянтами є сульфат алюмінію $Al_2(SO_4)_3$ і хлорне залізо $FeCl_3$.

При введенні сірчаноокислого алюмінію відбувається спочатку його розчинення:



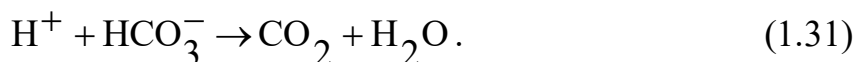
а потім гідроліз катіонів алюмінію:



Далі відбувається взаємодія негативно заряджених колоїдних і завислих забруднень води і позитивно заряджених гідроксидів алюмінію з утворенням агрегатів, які мають більші розміри і масу, ніж початкові частинки. Під час проведення *коагуляції у вільному об'ємі* збільшення розмірів і маси частинок сприяє зростанню швидкості їх осадження і, відповідно, зменшенню часу очищення.

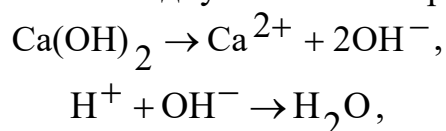
Під час протікання реакції, що описується рівнянням (5.1), окрім гідроксиду алюмінію відбувається утворення катіонів водню, що негативно

впливає на процес коагуляції і властивості води (відбувається зниження рН). При достатній лужності води в ній є запас бікарбонатних іонів, які зв'язують іони водню:

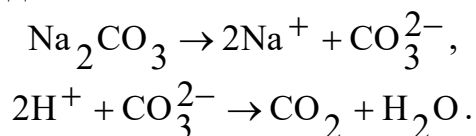


Якщо природна лужність води для протікання реакції (1.31) недостатня, то необхідно проводити *підлугування* води, для чого використовують вапно $\text{Ca}(\text{OH})_2$ або соду Na_2CO_3 .

Під час використання вапна відбуваються такі реакції:



а під час використання соди такі:



Для інтенсифікації процесу коагуляції застосовують *флокулювання* – додавання високомолекулярних речовин: мінеральних (АК – активна кремнекислота) або органічних (ПАА – поліакриламід). У результаті відбувається зв'язування пластівців, вони укрупнюються і швидше випадають в осад.

2 Особливості процесів знезараження води

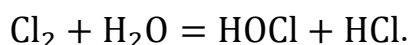
Знезараження води, яке застосовують у технології її очищення, можна здійснювати:

- із застосуванням окисників (хлор і його сполуки, озон, перманганат калію тощо);
- термічним способом;
- олігодинамією (дія іонів благородних металів, зокрема аргентуму);
- фізичними способами (за допомогою ультрафіолетового та іонізуючого випромінювання, ультразвуку і фільтрування).

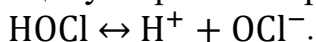
Отже, усі способи знезараження води поділяють на *реагентні* (із застосуванням окисників) та *безреагентні* (фізичні).

Вибір способу знезараження води залежить від витрат і якості води, ефективності й надійності процесу, умов постачання та зберігання реагентів, можливості механізації складних робіт, автоматизації процесу та техно-еколого-економічного обґрунтування. Зазвичай знезараження води проводять після коагуляційного прояснення та знебарвлення в шарі завислого осаду або відстоювання і фільтрування.

Хлорування води рідким хлором. Під час введення хлору у воду утворюються хлорноватиста і соляна кислоти:



Далі відбувається дисоціація утвореної хлорноватистої кислоти:



Отримувані внаслідок дисоціації HOCl гіпохлоритні іони OCl^- мають поряд з недисоційованими молекулами HOCl бактерицидну властивість.

Суму $\text{Cl}_2 + \text{HOCl} + \text{OCl}^-$ називають *вільним активним хлором*.

Призначення дози хлору є виключно важливим: недостатня доза хлору призводить до того, що він не справляє належної бактерицидної дії; зайва доза хлору погіршує смакові якості води.

Показником достатності прийнятої дози хлору служить наявність у воді *залишкового хлору* (що залишається у воді від введеної дози після окиснення речовин, які знаходяться у воді). Згідно з вимогами [1], концентрація залишкового хлору у воді перед надходженням її в мережу не має перебільшувати $0,5 \text{ мг/дм}^3$.

Знезараження води за допомогою *озону* отримує в наш час значне поширення. Озонування здійснюють пропуском через воду озонованого повітря, тобто повітря, в якому кисень частково переведений в триатомну форму (O_3). Озон забезпечує надійне знезараження води. Він має низку переваг порівняно з хлором:

- 1) його отримують безпосередньо на станції очищення води;
- 2) не погіршує смакових якостей води;
- 3) не призводить до виникнення в ній запахів.

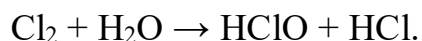
Озон отримують в *озонаторах* (генераторах озону) в результаті тихого електричного розряду в підготовленому повітрі.

Менш небезпечним порівняно з хлор-газом є технічний (товарний) висококонцентрований розчин *гіпохлориту натрію*. Найбільш же безпечним, (4 клас безпеки) малотоксичним для людини і більш простим в експлуатації хлорвміщуючим реагентом визнаний низькоконцентрований гіпохлорит натрію, одержуваний безпосередньо на місці споживання при проходженні електричного струму через розчин кухонної харчової солі.

У розчинному баку виготовляють розчин куховарської солі, який потім надходить в електролізер. Електролізер являє собою ванну з встановленим там пакетом пластинчастих електродів. Електроди, як правило графіт, приєднують в мережу постійного струму. У електролізній ванні відбувається дисоціація солі, а також води. Під час увімкнення електролізера в мережу на аноді відбуватиметься – окиснення хлоридів:



– потім їх гідроліз:



На катоді виділяється газ H_2 , утворюється їдкий натр. В результаті реакції NaOH с HClO утворюється гіпохлорит NaClO .

Бактерицидна дія *ультрафіолетових (УФ) променів*, широко відома і неодноразово доведена в експериментах. Ультрафіолетові бактерицидні промені мають довжину хвилі $200\text{--}295 \text{ нм}$ (за іншими даними, до 320 нм), але максимум бактерицидної дії припадає на 260 нм . УФ промені проникають через 25 см шар прозорі та безбарвної води.

Під впливом УФ випромінювання в клітинах мікроорганізмів, що знаходяться у воді, відбуваються незворотні процеси, які викликають порушення молекулярних і міжмолекулярних зв'язків. Це призводить до денатурації

(руйнування) білків клітин протоплазми, зокрема, до пошкодження ДНК, РНК, клітинних мембран, і як наслідок, до загибелі мікроорганізмів.

Метод УФ знезараження не змінює хімічного складу та органолептичних якостей води. Перевагою методу є також швидкість знезараження (кілька секунд) і відсутність запаху і присмаку під час використання ультрафіолетових променів.

У літературних джерелах є відомості про можливість знезараження води *рентгенівським і радіоактивним випромінюванням та електричним струмом високої частоти*. Проте ці методи знезараження води вивчені недостатньо, а тому не знайшли практичного застосування.

До інших способів знезараження води належать *термічний* та оброблення іонами аргентуму (срібла).

У багатьох випадках найбільш ефективним виявляється *комплексне застосування реагентних і безреагентних методів* знезараження води, що дозволяє знизити негативні властивості одних і посилити переваги інших.

3 Основні методи очищення підземних вод

На якість підземних вод впливають кілька факторів:

- якість дощової води (кислотність, насиченість солями та ін.);
- якість води в підземному водоносному горизонті. Вік такої води може досягати десятків тисяч років;
- характер шарів, через які проходить вода;
- геологічна природа водоносного шару.

Забруднення підземних вод залежить від наступних факторів:

- наявність джерел забруднення;
- інтенсивність відбору підземних вод;
- гідрогеологічні умови водоносного горизонту.

Найбільш схильні до забруднення ґрунтові води і горизонти напірних вод, що залягають близько від поверхні.

Основними забруднювачами підземних вод є:

- промислові відходи і перш за все промислові стічні води;
- некондиційні природні води;
- побутові стоки і відходи;
- сільськогосподарські добрива і отрутохімікати.

Спосіб і технологія очищення підземних вод – водопідготовки – залежить від вихідного складу підземних вод. Але в будь-якому випадку процес очищення значно менш трудомісткий, ніж під час обробки поверхневих вод.

Артезіанські води в більшості випадків не потребують прояснення або знезараження, але за умови необхідності вирішення проблем глибокого очищення або поліпшення якості підземних вод фахівцям зазвичай доводиться стикатися з наявністю в водах надлишкових концентрацій заліза, марганцю, фтору, солей твердості, високої концентрації солей (мінералізації) або її окремих компонентів, таких як сульфати, хлориди, стронцій стабільний, бром, бор, нітрати, сірководень і ряд інших компонентів.

Відповідно, методи очищення підземних вод (спеціальні методи) часто передбачають коригування саме мінерального складу розчинених домішок.

Послідовність реалізації технології водопідготовки може виглядати наступним чином (рис. 1.4):

– механічне очищення води. Це може бути відстоювання або фільтрація (відділення крупних домішок). Різниця між методами полягає в тому, що при відстоюванні ми отримуємо тільки грубу очистку, а при фільтрації можна досягти і тонкого очищення води;

- знезалізнення, рідше деманганация;
- зм'якшення води (зниження твердості);
- демінералізація (видалення солей);
- дезінфекція води;
- сорбція (пропуск води через сорбенти різних типів) та ін.

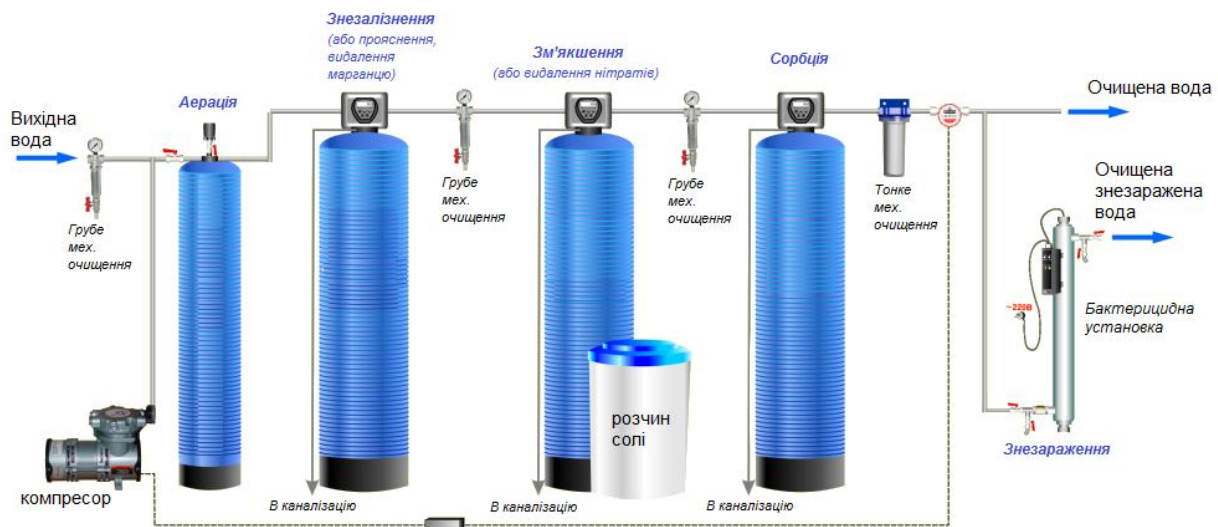


Рисунок 1.4 – Технологічна схема очищення підземної води

Для вирішення питань про вибір технологічної схеми очищення води і необхідних для цього споруд необхідно проведення комплексу проєктно-вишукувальних робіт та технологічних досліджень.

Ці та інші технологічні операції дозволяють досягти оптимальних результатів – придатної для використання, безпечної води. На кожному об'єкті розробляється свій механізм водоочищення. Методи залежать від бажаних кінцевих показників, стану води, необхідних витрат за часом, простоти експлуатації та інших особливостей.

ТЕМА 6 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ СТІЧНИХ ВОД РІЗНИХ КАТЕГОРІЙ СПОЖИВАЧІВ

1. Витрата побутових стічних від населення міста.
2. Витрата стічних від вод промислових підприємств.

1 Витрата побутових стічних від населення міста

Середньодобову витрату стічних вод від населення міста знаходять за формулою

$$Q_{\text{mid}} = \frac{N \cdot q_{\delta}}{1000}, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (1.32)$$

де N – кількість населення в місті;

q_{δ} – питоме водовідведення, л/добу на 1 особу; визначають за таблицею 1 [4].

Середня секундна витрата дорівнює

$$q_{\text{mid.s}} = \frac{N \cdot q_{\delta}}{24 \cdot 60 \cdot 60}, \text{ л/с}. \quad (1.33)$$

Максимальну й мінімальну витрати визначають за формулами

$$Q_{\text{max}} = Q_{\text{mid}} \cdot K_{\text{gen.max}}, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (1.34)$$

$$Q_{\text{min}} = Q_{\text{mid}} \cdot K_{\text{gen.min}}, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (1.35)$$

де $K_{\text{gen.max}}$, $K_{\text{gen.min}}$ – максимальний і мінімальний коефіцієнти нерівномірності притоку стічних вод, які визначають залежно від середньої витрати за таблицею 2 [4].

Максимальну секундну витрату води знаходять за формулою

$$q_{\text{max}}^{\text{с}} = \frac{Q_{\text{max}}^{\text{год}}}{3,6}, \text{ л/с}. \quad (1.36)$$

2 Витрата стічних вод від промислових підприємств

Витрата стічних вод від промислових підприємств складається з витрати побутових стічних вод, стічних вод від душових і витрати виробничих стічних вод.

Витрата побутових стічних вод від підприємства

Середньодобову витрату побутових стічних вод встановлюють за формулою

$$Q_{\text{mid}} = \frac{45 \cdot N_{\text{гар}} + 25 \cdot N_{\text{хол}}}{1000}, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (1.37)$$

де 45 і 25 – відповідно норми водоспоживання на 1 робітника в гарячих і холодних цехах, л/добу;

$N_{\text{гар}}$, $N_{\text{хол}}$ – відповідно загальна кількість працівників на підприємстві в гарячих і холодних цехах.

Максимальна годинна витрата

$$Q_{\max.h} = \frac{45 \cdot n_{\text{Гар}} \cdot K_{\text{Гар}} + 25 \cdot n_{\text{Хол}} \cdot K_{\text{Хол}}}{t_{\text{ЗМ}} \cdot 1000}, \text{ м}^3/\text{Год}, \quad (1.38)$$

де $n_{\text{Гар}}, n_{\text{Хол}}$ – відповідно кількість працюючих на підприємстві в гарячих і холодних цехах у максимальну зміну;

$K_{\text{Гар}}, K_{\text{Хол}}$ – коефіцієнти годинної нерівномірності відповідно в гарячих і холодних цехах; $K_{\text{Гар}} = 2,5, K_{\text{Хол}} = 3$;

$t_{\text{ЗМ}}$ – тривалість робочої зміни, год (8 год).

Розрахункова секундна витрата

$$q_{\max.s} = \frac{45 \cdot n_{\text{Гар}} \cdot K_{\text{Гар}} + 25 \cdot n_{\text{Хол}} \cdot K_{\text{Хол}}}{t_{\text{ЗМ}} \cdot 60 \cdot 60}, \text{ л/с}. \quad (1.39)$$

Витрата стічних вод від душових на підприємстві

Кількість води, утвореної від користування душами робітниками, які працюють в гарячих і холодних цехах, дорівнює:

$$V_{\text{ЗМ}} = (0,06 \cdot n_{\text{Гар}}^{\text{Д}} + 0,04 \cdot n_{\text{Хол}}^{\text{Д}}), \text{ м}^3, \quad (1.40)$$

де 0,06 і 0,04 – норми витрати на один душ у гарячих і холодних цехах відповідно, $\text{м}^3/\text{осіб}$;

$n_{\text{Гар}}^{\text{Д}}, n_{\text{Хол}}^{\text{Д}}$ – кількість робітників у гарячих і холодних цехах, відповідно, за зміну, які користуються душем, осіб. Для розрахунку максимальної витрати приймаються кількості робітників у максимальну зміну.

Максимальну витрату стічних вод від душових на підприємстві за зміну приймають рівною максимальній годинній витраті води на душ і визначають за формулою:

$$Q_{\max}^{\text{Год}} = \frac{V_{\text{ЗМ}}}{0,75}, \text{ м}^3/\text{Год}. \quad (1.41)$$

Максимальна секундна витрата води

$$q_{\max}^{\text{с}} = \frac{Q_{\max}^{\text{Год}}}{3,6} \text{ л/с}. \quad (1.42)$$

Витрати виробничих стічних вод на підприємстві

Середню добову витрату стічних вод від технологічних процесів визначають за формулою:

$$Q_{\text{mid}} = \Pi \cdot q_{\text{пр}}, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (1.43)$$

де $q_{\text{пр}}$ – питома водовідведення на одиницю продукції, м^3 (може дорівнювати середній питомій витраті на виробництво одиниці продукції або мати менше значення).

За умови відсутності даних про витрати води на виробничі потреби окремими змінами витрату виробничих стічних вод приймають такою, що дорівнює витраті протягом усього часу роботи підприємства.

Максимальна годинна витрата стічних вод при цьому дорівнює:

$$Q_{\max.h} = \frac{Q_{\text{mid}}}{t}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (1.44)$$

де t – тривалість роботи підприємства протягом доби, год.

Максимальна секундна витрата води на виробничі потреби

$$q_{\max.s} = \frac{Q_{\max.h}}{3,6} \text{ л/с}. \quad (1.45)$$

ТЕМА 7 ВЛАШТУВАННЯ ВОДОВІДВІДНИХ МЕРЕЖ

- 1. Вміст забруднень в стічних водах.**
- 2. Особливості обладнання, споруд та експлуатації каналізаційних мереж.**
- 3. Глибина закладення каналізаційних труб.**
- 4. Умови приймання стічних вод у каналізаційну мережу міста.**
- 5. Умови скидання очищених стічних вод у водні об'єкти.**

1 Вміст забруднень в стічних водах

Стічні води є складними багатокомпонентними утвореннями, забрудненими речовинами, які можуть знаходитися в розчиненому, колоїдному і дисперсному (нерозчиненому) стані. Колоїдні й нерозчинені речовини утворюють грубо- й тонкодисперсні суспензії, емульсії, піну.

За своїм походженням забруднення поділяються на мінеральні, органічні й біологічні (бактеріальні). Органічні речовини в побутових стоках знаходяться у вигляді білків, вуглеводів, жирів, продуктів фізіологічної переробки. Крім того, побутові стоки містять ганчір'я, папір, відходи рослинного походження, а також синтетичні поверхнево-активні речовини (далі – СПАР). З неорганічних компонентів у цій категорії стоків присутні у вигляді іонів калій, натрій, кальцій, магній, хлор, карбонати, сульфати. Побутові стоки містять у своєму складі біологічні забруднення, які представлені бактеріями, в основному виділеними з кишечника людини, яйцями гельмінтів, дріжджовими і цвільовими грибами, вірусами, в зв'язку з чим ці стоки становлять епідеміологічну небезпеку для людей, а також тваринного і рослинного світів.

Склад стічних вод промислових підприємств різноманітний, проте в більшості випадків у цих водах відсутні фосфор і азот, вони звичайно не забруднені патогенною мікрофлорою.

До мінеральних забруднень відносять: пісок, глинисті частинки, частки руди і шлаку, розчинені у воді солі, кислоти, луги та інші речовини.

Органічні забруднення бувають рослинного і тваринного походження. До рослинних відносять залишки рослин, плодів, овочів і злаків, папір, рослинні масла, гумінові речовини та ін. Основний хімічний елемент, що входить до складу цих забруднень, – вуглець. До забруднень тваринного походження відносять фізіологічні виділення людей і тварин, залишки мускульних і жирових тканин тварин, органічні кислоти та ін. Основний хімічний елемент цих

забруднень – азот. У побутових водах міститься приблизно 60 % забруднень органічного походження і 40 % мінерального. У виробничих стічних водах ці співвідношення можуть бути іншими і змінюватися залежно від оброблюваної сировини і технологічного процесу виробництва.

До бактерійних забруднень відносяться живі мікроорганізми – дріжджові й цвільові грибки, різні бактерії і віруси. У побутових стічних водах містяться також патогенні бактерії – збудники захворювань черевного тифу, паратифу, дизентерії, сибірської виразки та ін., а також яйця гельмінтів, що потрапляють у стічні води з виділеннями людей і тварин. Збудники захворювань містяться і в деяких виробничих стічних водах (шкіряних заводів, фабрик первинної обробки шерсті та ін.)

Нерозчинені речовини знаходяться у стічних водах у вигляді грубої суспензії з розміром частинок більше 100 мкм і у вигляді тонкої суспензії (емульсії) з розміром частинок 100–0,1 мкм. Дослідження показують, що в побутових стічних водах кількість нерозчинених завислих речовин залишається більш менш постійною і рівною 65 г/добу на людину, яка користується каналізацією, з них 40 г можуть осідати при відстоюванні. Знаючи норму каналізування на людину і кількість забруднень, що приходяться на людину в добу, можна визначити вміст їх в одиниці об'єму стічних вод, тобто їх концентрацію.

Атмосферні води іноді можуть бути забруднені речовинами, що змиваються з території підприємства. У цьому випадку вони повинні очищатися як і виробничі стічні води. У сучасних містах стічні води деяких промислових підприємств поступають в міську побутову каналізаційну мережу, тому в містах звичайно є змішані води, кількість забруднень в яких дуже коливається. У деяких містах при очищенні вулиць від снігу взимку користуються каналізаційною мережею. У цьому випадку кількість завислих речовин в ній може зростати.

У стічній воді, окрім азоту і вуглецю, міститься також велика кількість сірки, фосфору, калію, натрію, хлору і заліза. Ці хімічні елементи входять до складу органічних або мінеральних речовин, що знаходяться у стічній воді в нерозчиненому колоїдному або розчиненому стані.

2 Особливості обладнання, споруд та експлуатації каналізаційних мереж

Споруди на каналізаційній мережі

На каналізаційних мережах споруджують *колодязі й камери*.

Колодязі за своїм призначенням можуть бути оглядовими, сполучними, поворотними, перепадними і промивними. Їх встановлюють: у місцях зміни діаметрів, ухилів, напряму, приєднання притоків, при влаштуванні перепадів.

Між колодязями каналізаційні лінії слід прокладати прямолінійними.

Розрахункова швидкість руху стічної рідини має бути такою, щоб зростала за течією. Зменшення розрахункової швидкості (але не менше мінімальної) допускається лише після перепадних колодязів.

Розрахункова швидкість руху стічної рідини у бокових приєднаннях повинна бути менше, ніж в основному колекторі.

Камери споруджують на всіх системах каналізації в місцях з'єднання декількох каналізаційних ліній великих діаметрів в один колектор. Камери із збірною залізобетону можуть бути круглими й прямокутними.

Повороти в колодязях і камерах здійснюють за плавними кривими радіусом не менше трьох діаметрів труби найбільшого розміру і, як виняток за обмежених умов, – не менше двох діаметрів. Повороти колекторів діаметром або висотою від 1,2 м і більше дозволяється влаштовувати поза оглядовими колодязями за кривими з радіусом, рівним не менше п'яти діаметрам або п'ятикратній ширині каналу, з установкою оглядових колодязів на початку і в кінці.

Кут між приєднуваною і відвідною трубою повинен бути не менше 90 °, оскільки круті повороти потоків у колодязях створюють додаткові місцеві опори.

У колодязях труби з'єднують за допомогою відкритих лотків, виконаних за плавними кривими.

При перетині каналізаційних колекторів з господарсько-питним водопроводом останній прокладають вище каналізаційних на 0,4 м по вертикалі в світлі. Коли неможливо дотримати цю вимогу і доводиться прокладати водопровід нижче за каналізаційний колектор, для водопроводу застосовують сталеві, а для колектора – чавунні труби. Можна також прокласти водопровід у захисному футлярі завдовжки не менше 5 м в кожену сторону від перетину в глинистих ґрунтах і 10 м в тих, що фільтрують, до того ж каналізаційна труба на цій ділянці повинна бути металевою.

Труби і колектори

До каналізаційних труб і каналів ставлять вимоги щодо:

- міцності;
- водонепроникності;
- нестираності;
- хімічної стійкості;
- гідравлічної гладкості;
- термостійкості.

Матеріал труб вибирають з урахуванням призначення колекторів, складу і властивостей стічних вод і місцевих умов. Широке застосування одержали труби:

- керамічні;
- бетонні;
- залізобетонні зі задалегідь напруженою арматурою;
- із залізобетонних блоків;
- азбестоцементні,
- чавунні;
- пластмасові;
- сталеві цільнопротягнуті і електрозварюванні;
- скляні та ін.

Перераховані види матеріалів труб і каналів можна застосовувати для відведення звичайних побутових і виробничих стічних вод, нейтральних

(з рН = 7) і слабколужних (з рН = 8–10). При слабкокислих стоках (з рН = 5–6) можна застосовувати керамічні й азбестоцементні безнапірні, для стічних вод середньо- і сильнокислотних (з рН = 5–3 і рН = 3–2) – кислототривкі керамічні, фаолітові, поліетиленові, вінілпластові, скляні; при рН = 4–10 і температурі стоків до 60 °С – фаолітові або поліпропіленові труби.

Для напірних каналізаційних колекторів застосовують чавунні, сталеві, залізобетонні, азбестоцементні труби. Чавунні труби застосовують у випадках, коли мають місце великі зовнішні навантаження, а також в районах обвалів і в зонах санітарної охорони. Сталеві труби використовують в районах з сейсмічністю понад 7 балів. Канали і колектори великих перетинів споруджують із залізобетонних блоків заводського виготовлення, цегли підвищеної якості і міцності.

В інженерній практиці застосовують два методи з'єднання *труб*: «шелига в шелигу» і «за рівнями води». На рисунку 1.5, *а* і *б* показані схеми з'єднання трубопроводів однакового діаметра, а на рисунку 1.5, *в* і *г* – різного діаметра. При з'єднанні трубопроводів «шелига в шелигу» (рис. 1.5, *а* і *в*) поєднуються верхні частини зводів труб, названі шелигами. Якщо з'єднання труб виконують «за рівнями води» (рис. 1.5, *б* і *г*), то поєднуються по висоті розрахункові рівні води. Найбільш поширеною є думка про необхідність з'єднання трубопроводів однакового діаметра «за рівнями води», а різного діаметра – «шелига в шелигу».

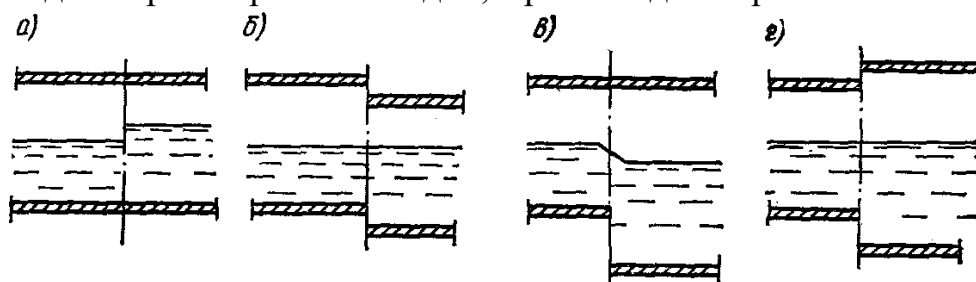


Рисунок 1.5– Схеми з'єднання каналізаційних труб:
а, в – шелига в шелигу; б, г – за рівнями води

Для нормальної експлуатації каналізаційної мережі з метою забезпечення безперебійності її роботи необхідно проводити систему заходів, основні з яких такі:

- профілактична (попереджувальна) промивка і прочищення мережі від осадів;
- усунення випадкових засмічень труб і каналів;
- своєчасний поточний і капітальний ремонт мережі й ліквідація аварій;
- нагляд за виконанням робіт і прийом в експлуатацію знов укладених вуличних і дворових мереж;
- обіргання підвальних приміщень від затоплення;
- контроль за дотриманням правил техніки безпеки.

У надводній частині перетину каналізаційних труб накопичуються гази (сірководень, метан, вуглекислий газ та ін.), що виділяються із стічних вод, викликають газову корозію труб та стиків і забруднюють повітря в мережі. Пари бензину, що виділяються із стічних вод, в суміші з азотом повітря дають

вибухову суміш. Для видалення газів з каналізаційної мережі встановлюють припливно-витяжну вентиляцію. Зміна повітря і видалення газів відбуваються за рахунок різниці теплого (всередині будинку) і холодного (зовнішнього) повітря. Тепле повітря йде через верхню вентиляційну частину каналізаційних стояків будівель, а свіже поступає через нещільність з'єднань люків оглядових колодязів або через спеціально влаштовуванні тумби приточування. Тумби розташовують у перепадних колодязях і на ділянках мережі з глибоким заляганням від поверхні землі. Особливу актуальність вентиляційні тумби мають в умовах жаркого клімату.

Найбільше дії агресивних газів, стічних і підземних вод (корозії) піддаються бетонні й залізобетонні труби, колектори й споруди. Для захисту бетону від корозії можна вживати наступні заходи:

- застосовувати цемента, що не піддаються корозії;
- збільшувати щільність і водонепроникність стінок труб;
- покривати бетонні поверхні ізоляцією (жорсткою – цементна штукатурка, облицювання керамічними або пластмасовими плитами або цеглиною, або бітумною – обмазувальною, пластичною (бітумні мастики) або оклеювальною (рубероїд, пергамін)).

3 Глибина закладення каналізаційних труб

Вартість влаштування каналізаційної мережі та терміни будівництва значною мірою залежать від глибини закладення каналізаційних труб, тому дуже важливо встановити мінімальну глибину, на якій технічно і економічно доцільно за місцевими умовами прокласти каналізаційну мережу. Заглиблення мережі викликається необхідністю оберегти її від промерзання і механічних пошкоджень, а також забезпечити можливість приєднання об'єктів, які каналізують, та інших ліній.

Можливість замерзання каналізаційної мережі значно менша, ніж водопровідної. Каналізаційною мережею постійно протікають стічні води з температурою не нижче 10–14 °С, з найнижчих ділянок і до верху витяжних будинкових стояків безперервно рухається тепле повітря, у зв'язку з тим, що температура стічних вод взимку вище температури зовнішнього повітря. Навколо трубопроводу створюється тепловий пояс ґрунту.

Найменшу глибину закладання труб приймають за досвідом експлуатації каналізації в даному районі. Зменшення глибини закладення труб проти прийнятої в даному районі допускається за умови утеплення труб.

Глибина залягання вуличної каналізаційної мережі залежить від наступних умов:

- 1) виключення промерзання труб;
- 2) виключення руйнування труб під дією зовнішніх навантажень;
- 3) забезпечення приєднання до трубопроводів внутрішньоквартальних мереж і бічних гілок.

Відповідно до [4] найменшу глибину закладання каналізаційних трубопроводів необхідно приймати на підставі досвіду експлуатації каналізаційних мереж у даному районі.

За відсутності даних з експлуатації мінімальну глибину закладання лотка трубопроводу допускається приймати для труб діаметром до 500 мм – на 0,3 м, для труб більшого діаметра – на 0,5 м менше найбільшої глибини проникнення в ґрунт нульової температури, але не менше 0,7 м до верху труби, рахуючи від відміток поверхні землі або планування.

Найменшу глибину закладення колекторів з постійною (змінюваною мало) витратою стічних вод, а також колекторів і напірних трубопроводів із пластмасових труб необхідно визначати теплотехнічним і статичним розрахунками.

Трубопроводи, що укладають на глибину 0,7 м і менше, рахуючи від верху труби, повинні бути забезпечені захистом від перемерзання й ушкодження наземним транспортом.

Максимальну глибину закладання труб належить визначати розрахунком відповідно до прийнятої схеми каналізування, матеріалу труб, тимчасових навантажень, ґрунтових умов і методів виконання робіт із забезпеченням водонепроникності, довговічності, можливості проведення огляду і ремонтних робіт.

Зазвичай, найбільша глибина закладення самопливних колекторів за умови виробництва робіт відкритим способом не має перевищувати 6–8 м. За умови більшої глибини колектори прокладають способом щитової проходки.

4 Умови приймання стічних вод у каналізаційну мережу міста

Для забезпечення нормальної експлуатації каналізаційних мереж різного призначення, а також оберігання від передчасного руйнування від дії різних речовин, що шкідливо впливають на матеріал труб і колодязів, прийом стічних вод у каналізацію проводять з дотриманням ряду вимог, які встановлюють «Правила приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення». Ці вимоги враховують:

1) особливості влаштування водовідвідних споруд;

2) особливості роботи водовідвідних мереж;

3) застосовувані методи очищення стічних вод;

4) можливість подальшого використання очищених стічних вод та осадів, що утворюються під час очищення вод.

Взагалі виробничі стічні води в суспільну і побутову каналізацію приймають тільки в тих випадках, коли це не порушує роботи мережі і очисних споруд міської каналізації. Якщо у виробничих стічних водах знаходяться мінеральні забруднення, випуск їх в міську мережу каналізації недоцільний.

Виробничі стічні води, що скидаються в міську каналізаційну мережу і піддаються очищенню спільно з побутовими, не повинні містити:

– речовин, які здатні засмічувати труби каналізаційних мереж або відкладатися на їх стінках;

– більше 500 мг/л завислих домішок і спливаючих речовин мінерального і

органічного походження, які можуть засмітити мережу;

– великої кількості кислот і лугів, що мають корозуючу дію на матеріал труб і споруди міської каналізації (найчастіше це бетон і залізобетон);

– нафти, бензину, бензолу, газоліну, керосину, пари яких вибухонебезпечні;

– шкідливих речовин в концентраціях, що перешкоджають біологічному очищенню стічних вод або заважають скиданню їх у водойми;

– токсичних й радіоактивних речовини, збудників інфекційних захворювань і речовин, для яких не встановлені гранично-допустимі концентрації (ГДК);

– температура стічних вод не повинна перевищувати 40 °С;

– рН суміші стічних вод має бути в межах 6,5–9.

Стічні води, що не задовольняють вказаним вимогам, повинні бути підготовлені до скидання в міську каналізацію. Для цього їх піддають попередньому локальному очищенню на очисних установках у цехах або на заводських очисних спорудах.

Скидання промислових стічних вод у міську систему водовідведення має здійснюватися рівномірно протягом доби.

5 Умови скидання очищених стічних вод у водні об'єкти

Скидання стічних вод у водойми є одним з видів водокористування і здійснюється відповідно до дозволу, який видають місцеві органи екологічної безпеки (районні й міські управління екології Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України).

Умови скидання стічних вод у водні об'єкти регламентуються нормативними актами й правилами, а саме Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Правилами охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами» і «Правилами санітарної охорони прибережних районів морів». Правила містять загальні вимоги до складу й властивостей води (після скидання в неї стічних вод) у водних об'єктах. Всі ці вимоги повинні виконуватись при проектуванні скидання стічних вод у водойми. Після скидання стічних вод допускається деяке погіршення якості води у водоймах, але це не може впливати на їх життєдіяльність і можливість подальшого використання водоймів як джерела водопостачання, риборозведення, відпочинку.

Відведення стічних вод у водойми регламентується нормами гранично-допустимого скидання (далі – ГДС) забруднюючих речовин.

Встановлені нормативи якості води для водоймів *господарсько-питного, комунально-побутового й рибогосподарського призначення*.

Нормативи якості води водоймів господарсько-питного і комунально-побутового водокористування мають задовольняти певні вимоги. У воді водойм (після змішування зі стічною водою), відібраний до 12 год дня, кількість розчиненого кисню має бути не менше 4 мг/дм³ у будь-який період року. Повне біохімічне споживання кисню (БСК) за 20 °С становить близько 3 мг О₂/дм³.

Вміст завислих речовин після скидання стічних вод не може збільшуватися більш ніж на $0,25 \text{ мг/дм}^3$, вода – не мати запахів і присмаків інтенсивністю понад 2 бали, для морів – 3 бали; не змінювати забарвлення у стовпчику води заввишки 20 см; рН води має бути в межах 6,5–8,5; не містити отруйних речовин у концентраціях, які б могли прямо чи опосередковано вплинути на здоров'я населення. Крім того, у стічних водах не повинні міститися мінеральні масла та інші речовини у кількостях, здатних утворювати на поверхні водойми плівки, плями й скупчення, а також збудники хвороб.

Способи знезараження біологічно очищених стічних вод мають забезпечувати колі-індекс не більше ніж 1 000 за вмістом залишкового хлору не менше ніж $1,5 \text{ мг/дм}^3$. Мінеральний склад води не повинен перевищувати згідно з нормами щільного залишку $1\,000 \text{ мг/дм}^3$, зокрема хлоридів 350, сульфатів 500 мг/дм^3 . Температура води у водоймі після скидання стічних вод не повинна підвищуватися влітку більше ніж на 3°C порівняно із середньомісячною температурою води найспекотнішого місяця за останні 10 років.

Усі природні водойми мають здатність до *самоочищення*, під яким розуміють сукупність біохімічних, фізико-хімічних та гідродинамічних (розбавлення) процесів, що зумовлюють зниження концентрації (або повне видалення) забруднюючих речовин у воді водойми, що потрапили туди із стічними водами чи іншим шляхом, і повернення якості води до первісного стану. До процесів самоочищення можуть бути віднесені: сорбція розчинених сполук планктоном і донними відкладеннями, агломерація і осідання частинок, взаємодії лугів та кислот з гідрокарбонатними речовинами водойми, дегазація легколетких речовин, розбавлення забрудненого потоку чистими потоками водойми тощо.

Однак здатність водойми до самоочищення має свої межі. Значні обсяги скидів стічних вод, наявність у них токсичних для водних біоценозів речовин та інші причини перешкоджають процесам самоочищення, тому скидання стічних вод у водойми здійснюють тільки за умови виконання встановлених вимог.

ТЕМА 8 ЗАГАЛЬНІ УМОВИ МЕЛІОРАЦІЇ. ОЦІНКА ПРОВЕДЕННЯ ЗРОШЕННЯ

- 1. Загальні ґрунтово-кліматичні умови меліорації ґрунтів.**
- 2. Вплив зрошення на природні екосистеми.**
- 3. Вплив зрошення стічними водами на навколишнє природне середовище.**

1 Загальні ґрунтово-кліматичні умови меліорації ґрунтів

Клімат (від грец. κλίματος – нахил) – багаторічний режим погоди, властивий для даної місцевості. Основні особливості клімату визначають надходженням сонячної радіації, процесами циркуляції атмосфери, характером підстильної поверхні, кількістю сонячних днів, добовим перепадом температур, річною сумою осадів і характером їх випадання (див. табл. 1.3). Серед найважливіших географічних факторів, що впливають на формування клімату –

географічна широта, висота над рівнем моря, орографія, льодовий та сніговий покрив, ступінь забруднення атмосфери. Характеризується клімат пересічними значеннями окремих метеорологічних елементів.

Оскільки гідромеліоративні заходи впливають перш за все на водний режим ґрунтів, то важливого значення набуває кількісна характеристика зволоження території. З цією метою використовують гідротермічні коефіцієнти:

- коефіцієнт вологозабезпечення,
- коефіцієнт стоку,
- коефіцієнт зволоження,
- випаровування.

Таблиця 1.3 – Основні атмосферні фактори ґрунтоутворення

| Типи й види факторів | | |
|---|--------------------------------------|---|
| радіаційні й теплові | атмогідрологічні | антропогенні |
| Сумарна сонячна радіація | Річна сума опадів і їх випаровування | Антропогенна зміна природних кліматичних умов |
| Тепловий баланс і його динаміка за сезонами | Розподіл опадів за сезонами року | Запилення атмосфери |
| Кількість сонячних днів | Характер випадання опадів | Кислотні дощі |
| Добовий перепад температур | Хімічний склад опадів | Радіоактивне забруднення |

Коефіцієнт вологозабезпечення визначають за наступним рівнянням:

$$a = (\mu \cdot P) / E, \quad (1.46)$$

де μ – одиниця мінус коефіцієнт стоку;

P – опади, мм;

E – випаровування, мм.

Коефіцієнтом стоку називають відношення об'єму поверхневого або ґрунтового стоку до об'єму атмосферних опадів, що випадають на дану територію за той же час.

Випаровування – це кількість вологи (мм), яка випаровується з відкритої водної поверхні за певний проміжок часу в даних кліматичних і погодних умовах. Зони надлишкового зволоження, нестійкого і недостатньо вологого мають відповідно коефіцієнти: $>1,2$, $1,2-0,8$, $<0,8$.

Зволоженість території оцінюють значеннями гідротермічного коефіцієнта:

$$K_{ГТ} = P / T \cdot 10, \quad (1.47)$$

де P – сума опадів, мм;

T – сума температур вище 10°C за вегетаційний період.

Значення гідротермічного коефіцієнта більші за $1,5$ вимагають осушення території, за умови $1-1,5$ – такі меліорації непотрібні, за умови $1,0-0,5$ – необхідно поліпшувати водний режим ґрунту, а при коефіцієнтах менших $0,5$ – необхідно проводити зрошення.

Також характеризують кліматичні й гідрологічні умови за допомогою коефіцієнта зволоження (КЗ) – відношення суми опадів за рік до суми випаровування (сума за місяцями):

$$КЗ = P/E. \quad (1.48)$$

Місячне випаровування розраховують за формулою:

$$E_m = 0,0018 \cdot (25 + t)^2 \cdot (100 - a), \quad (1.49)$$

де t – середня місячна температура повітря;

a – середня місячна відносна вологість повітря.

Природно-кліматична зона – територіальна одиниця географічної оболонки Землі, яка характеризується переважанням однорідних природно-територіальних комплексів і закономірно змінює іншу в певному напрямку в межах поясу.

На території України виділяють наступні природно-кліматичні зони:

- 1) мішано-лісова хвойно-широколистяна помірно-тепла зона;
- 2) лісостепова волога (на заході) та недостатньо зволожена тепла зона;
- 3) степова посушлива дуже тепла зона;
- 4) сухостепова дуже посушлива, помірно жарка зона з м'якою зимою;
- 5) Карпатська гірська ландшафтна країна з вертикальною зональністю клімату;
- 6) Кримська гірська ландшафтна країна з вертикальною зональністю клімату.

Природно-меліоративна зона характеризується комплексом природно-кліматичних умов, пов'язаних з балансом тепла і вологи, особливостями ґрунтоутворення, напрямками сільськогосподарського виробництва й меліорації. Природно-меліоративні зони мають широтне розповсюдження. Головними факторами, що їх характеризують є:

- 1) сума температур вегетаційного періоду – більше 10°C ;
- 2) середньорічна кількість опадів, мм;
- 3) значення показника річного зволоження, тобто відношення річної кількості опадів до річного сумарного випаровування.

Основні напрямки меліорації:

– у мішано-лісовій хвойно-широколистяній зоні – осушення, двостороннє регулювання водного режиму ґрунтів, вибіркоче зрошення (в основному овочевих і кормових культур), тепломеліорації, покращення технічних властивостей поверхні, зниження кислотності ґрунтів (вапнування), боротьба з водною ерозією;

– у лісостеповій зоні – двостороннє регулювання водного режиму, вибіркоче зволоження овочевих, кормових і деяких інших технічних культур, тепломеліорація, боротьба з водною ерозією, накопичення й збереження вологи;

– у степовій посушливій зоні – вибіркоче зрошення (овочевих, баштанних, технічних культур, трав, локально – зернових і плодкових), боротьба з водною й вітровою ерозією, ліквідація солонцюватості й засолення, попередження злитогенезу, накопичення й збереження вологи;

– у сухо-степовій зоні – зрошуване землеробство, боротьба з водною й вітровою ерозією, ліквідація й попередження солонцюватості й засолення, накопичення вологи, обводнення пасовищ;

– у гірських районах Карпат – осушення, подвійне регулювання водного режиму, боротьба з водною ерозією;

– у гірських районах Криму – зрошуване землеробство, боротьба з водною й вітровою ерозією, ліквідація й попередження солонцюватості й засолення, накопичення вологи, обводнення пасовищ.

2 Вплив зрошення на природні екосистеми

Зрошення – найбільш радикальний і ефективний спосіб зміни екологічних умов існування природних екосистем і створення штучних високопродуктивних агробіоценозів.

Сучасні зрошувальні системи складаються з цілого комплексу споруд: греблі, водозабору, зрошувальної та дренажної системи, доріг та лісосмуг. При створенні їх проводиться планування території, а при експлуатації вносяться підвищені дози мінеральних добрив. Таким чином, у природні екосистеми добавляються не тільки нові елементи, але й спостерігається їх часткове, а іноді і повне руйнування. Це проявляється у зміні едафічних умов, зокрема у зміні сольового режиму, фізичних, фізико-хімічних, біологічних та інших властивостей ґрунту, зміні рівня і мінералізації ґрунтових вод, температурного, водного і поживного режимів ґрунту, клімату приземного шару повітря. Аборигенні види флори і фауни або пристосовуються до нових штучно створених екологічних умов, або вибирають для свого проживання нові ділянки (цілинні чи богарні), або зовсім щезають.

Разом з тим на зрошуваних землях з'являється мезофільна (вологолюбива) рослинність і різко збільшується кількість бур'янів.

На зрошуваних землях підвищується рівень ґрунтових вод (іноді зі швидкістю 3–4 м/рік), що викликає заболочення і вторинне засолення.

Ці зміни будуть спостерігатись тим яскравіше, чим більше вихідні екологічні умови будуть відрізнятись від створюваних. Так, при вирощуванні культури затоплюваного рису в Причорноморському степу України різко змінюється характер природних екологічних факторів, що діяли у минулому на формування екосистем цієї території, зокрема, змінюється зволоженість території, температура повітря, води і ґрунту.

Зміна природного водного режиму ґрунтів супроводжується різким порушенням рівноваги в системі «ґрунт-вода-солі» і відповідно перерозподілом водорозчинних солей, зміною мінералізації і хімічного складу парових розчинів і ґрунтових вод у результаті процесів дифузії, розчинення і іонообмінної сорбції. Під культурою рису встановлюється промивний водний режим, що веде до зміни балансу солей, органічних, мінеральних речовин, енергії і в цілому ґрунтоутворюючого процесу.

Величина цих змін визначається тим, наскільки вихідні природні екологічні умови відрізняються від новоутворених екологічних умов. Так, на темно-каштанових ґрунтах півдня України, які утворились в умовах

автоморфного і напівгідроморфного режиму, при вирощуванні культури затоплюваного рису інтенсивно розвивається елювіальний процес, а на каштаново-лугових ґрунтах, які утворились в умовах періодичного надмірного зволоження і близького залягання ґрунтових вод, цей процес ослаблений і, навпаки, більш інтенсивно проходить глеєвий процес.

Крім того, при розорюванні цілинних земель змінюється видовий склад рослин і біологічна активність ґрунту, що супроводжується інтенсивним розкладанням органічної речовини. Якщо основу цілинного рослинного покриву складають такі види, як солонець трав'янистий (*Salicornia herbacea* L.), нетреба колюча (*Xanthium spinosum* L.), кермек Мейєра (*Limonium meyeri* L.), волошка розлога (*Centaurea diffusa* Lam.), хрінниця смердюча (*Lepidium ruderae* L.), полин сантонінський (*Artemisia santonica* L.), нетреба звичайна (*Xanthium strumarium* L.) та інші, то на рисових масивах описані зовсім інші угруповання, серед яких зустрічаються болотні види, такі як бульбокомиш морський (*Boiboschoenus maritimus* (L.) Palla, очерет звичайний (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud), рогіз вузьколистий (*Typha latifolia* L.), та спеціалізовані бур'яни – плоскуха рисова (*Echinochloa oryzoides* L.), монохорія Корсакова (*Mopochoria korsakovii* L.) та інші (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Види взаємодії зрошення з різними природними умовами

| Вид зміни природних умов | Найменування змін природних умов | Дія | |
|--------------------------|--|-----------|-----------|
| | | позитивна | негативна |
| Стабільні слабкокеровані | Зміна клімату | + | |
| | Зміна характеру рослинності | + | |
| | Зміна мікроорганізмів | + | |
| | Зміна тваринного світу | + | – |
| Стабільні, керовані | Зниження сили вітру | + | |
| | Зміна мікроклімату | + | |
| | Зміна стоку річок | + | – |
| | Зміна непродуктивного випаровування | + | |
| Нестабільні керовані | Зміна ґрунтового покриву | + | |
| | Зміна рівня і режиму ґрунтових вод | + | – |
| | Зміна мінералізації ґрунтових вод | + | – |
| | Зміна вологості зони аерації | + | – |
| | Зміна мінералізації річкової води | | – |
| | Зміна воднофізичних властивостей ґрунтів | + | – |
| | Зміна запасів солей в зоні аерації | + | – |
| | Ерозія схилів | | – |

Також зрошувальні системи впливають також на екосистеми прилеглих територій. При скиді із зрошувальних територій дренажних вод у річку, в ній змінюються екологічні умови, зокрема, мінералізація води. Мінералізація річкової води нижче зрошуваного масиву у басейні річки знаходиться за формулою:

$$M_{\text{зам}} = \frac{M_{\text{поч}} \cdot Q_p + M_{\text{ск}} \cdot Q_{\text{ск}}}{Q_p + Q_{\text{ск}}}, \quad (1.50)$$

де $M_{\text{поч}}$ – початкова мінералізація річкової води у верхньому створі, г/л;

Q_p – витрата води у нижньому створі, м³/с;

$M_{\text{ск}}$ – мінералізація скидних вод із зрошуваного масиву, г/л;

$Q_{\text{ск}}$ – витрата скидних вод, м³/с.

3 Вплив зрошення стічними водами на навколишнє природне середовище

Зрошення стічними водами істотно впливає на ґрунтовий покрив зрошуваної ділянки, атмосферне повітря, ґрунтові води, урожай і якість сільськогосподарської продукції. Характер впливу визначається якісним складом стічних вод, прийнятим режимом зрошення і технікою поливу, а також вихідними ґрунтово-меліоративними умовами зрошуваного масиву.

Господарсько-побутові стоки містять у розрахунку на одного жителя за сухою речовиною органічних речовин – 75 г, поживних речовин: азоту – 14 г, фосфору 3,1 г і калію – 2,9 г, характеризується слаболужною реакцією (рН = 7,2–7,8), невисокою мінералізацією (500–800 мг/л); як правило, не містять токсичних для рослин і ґрунтів речовин у концентраціях більших ГДК.

Промислові стічні води характеризуються великою кількістю органічних речовин, слаболужною реакцією, меншою мінералізацією і вмістом поживних речовин. Часто містять токсичні речовини. Під час зрошення такими стічними водами у рослинах накопичуються важкі метали, що може згодом негативно вплинути на організми тварин і людини. Поживна властивість їх невисока.

Стічні води тваринницьких комплексів містять велику кількість органічних і поживних речовин (азоту – 1 000–1 400, фосфору – 190–200, калію – 250–750, кальцію і магнею – 410–650 мг/л; мікроелементів: бору – 20, міді – 16, цинку – 96, марганцю – 200, молібдену – 2 і кобальту – 1 мг/кг у перерахунку на суху речовину).

Ґрунт поглинає газоподібні, завислі, колоїдні та розчинені речовини із стічних вод, а мікроорганізми перетворюють їх у прості сполуки – вуглекислоту, воду і оксиди. У ґрунті різко знижується гідролітична кислотність, зростає ємкість поглинання, збільшується кількість гумусу і обмінних основ. Поліпшуються водно-фізичні і агрохімічні властивості ґрунту. Спостерігається очищення стічних вод від патогенних мікроорганізмів і яєць гельмінтів.

Дослідженнями Української науково-дослідної станції зрошення стічними водами (УкрНДСЗСВ) встановлено, що після проходження стічних вод через двохметровий шар ґрунту їх колі-титр поліпшується на сім-дев'ять порядків і складає 100–1,0, що відповідає колі-титру води відкритих водойм. Патогенні мікроорганізми кишкової групи відсутні.

Зрошення стічними водами сприяє збільшенню врожаю сільськогосподарських культур у 1,5–2,0 рази, але при цьому спостерігається зниження його якості. Відмічається посилений ріст вегетативних органів рослин, що потрібно враховувати при підборі сільськогосподарських культур.

Зрошення стічними водами з перевищенням розрахункових зрошувальних і поливних норм та з перевищенням інтенсивності подачі води у ґрунт над його вбирною властивістю, перезволоженням окремих ділянок сівозміни через неякісне планування поверхні землі, низькою якістю підготовки стічних вод для поливу (недостатнє розведення, наявність шкідливих речовин і ін.). Розміщення зрошуваних ділянок на тріщинуватих породах або територіях з близьким заляганням ґрунтових вод може привести до розвитку негативних явищ. Тому при використанні стічних вод необхідно максимально враховувати вихідні природні дані і передбачити низку спеціальних водоохоронних заходів:

а) агротехнічні – поліпшення умов швидкого розкладання забруднюючих речовин шляхом розпушування ґрунту після кожного поливу, зяблевої оранки, внесення добрив, борознування тощо;

б) агро меліоративні – поліпшення водного і повітряного режимів ґрунту шляхом планування території, кротування, щілювання, вапнування кислих та гіпсування лужних ґрунтів та ін.;

в) лісомеліоративні – обмеження поширення забруднень, за межі зрошуваної території і зменшення впливу вітру на якість поливів сільськогосподарських культур шляхом насаджень лісових смуг.

Навколо зрошуваних ділянок проектується лісосмуга шириною не менше 12–15 м із тополі канадської (*Populus canadensis* L.), ялини європейської (*Picea abies* L.), клена польового (*Acer campestre* L.), чагарника (туя західна – *Thuja occidentalis* L.), в'яза шорсткого (*Ulmus glabra* Huds.). Садженці дерев розташовують за схемою 2 м × 1,5 м навколо зрошуваної ділянки, а біля резервуарів освітлених стоків – 2 м × 1,5 м. Чагарники в обох випадках висаджуються за схемою 2 м × 0,75 м. Число посадкових місць на 1 км лісосмуги навколо зрошуваних полів у середньому приймають 4 670 при ширині смуги 14 м, навколо резервуарів освітлених стоків – 6 000 при ширині 12 м.

Лісосмуги створюють також навколо тваринницьких комплексів, оскільки останні сильно забруднюють атмосферне повітря. Так, аміак повністю нейтралізується на віддалі 4 500–5 000 м від тваринницьких комплексів;

г) гідротехнічні – перехват поверхневих і ґрунтових вод зрошуваної ділянки за допомогою нагірних і ловчих каналів, пониження рівня ґрунтових вод відкритим і закритим дренажем. Глибина залягання ґрунтових вод має бути не менше 1,2–2,0 м. Важливо, щоб стічні води до моменту повного очищення не зімкнулись з ґрунтовими водами, оскільки може відбутись забруднення останніх.

На ЗПЗ влаштовують відкриті осушувальні канали, які на суглинистих ґрунтах проектують через 50–70 м, на піщаних через 80–100 м, на торф'яниках – через 30–110 м з похилом дна не менше 0,000 03–0,000 5. Може влаштовуватись на ЗПЗ закритий дренаж з керамічними або азбоцементними трубами діаметром 10–20 см.

Відстань між дренами залежить від водопроникності ґрунтів і складає для глинистих ґрунтів 10–15 м, для піщаних – 30–60 м. Дрени вкладають з похилом не менше 0,002. Глибина закритого дренажу від 0,9 до 1,4 м. На полях зрошення застосовують також кротовий дренаж.

ТЕМА 9 ВПЛИВ ОСУШЕННЯ НА ВОДНИЙ РЕЖИМ ОСУШУВАНИХ ЗЕМЕЛЬ ТА ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

- 1. Показники водного режиму ґрунтів.**
- 2. Водний та поживний баланс осушуваних земель.**
- 3. Вплив осушення на водний режим і стік річок.**
- 4. Розрахунок зміни стоку річки після проведення меліоративних робіт з осушення території.**

1 Показники водного режиму ґрунтів

Для нормального росту й розвитку рослин необхідні світло, тепло, поживні речовини, повітря й вода. Усі ці фактори взаємно незамінні й для одержання високих врожаїв сільськогосподарських культур мають бути в оптимальному сполученні. Для кожного виду й навіть сорту сільськогосподарських рослин існують свої оптимальні умови для фотосинтезу й одержання максимального врожаю. Знання їх – неодмінна умова раціонального регулювання водного режиму ґрунтів за допомогою осушення.

В умовах надлишкового зволоження, коли ґрунтові пори цілком заповнені водою, корені рослин задихаються від недолику кисню в повітрі, гнітяться, а при тривалому впливі надлишку вологи – рослини гинуть. У перезволоженому ґрунті відбуваються анаеробні (без доступу повітря) процеси розкладання органічної речовини, при цьому утворюються закисні сполуки, що недоступні рослинам, зростає кислотність, глеювання. Мікробіологічні процеси в ґрунті при цьому пригнобилені, що знижує родючість ґрунту та врожай.

Основним показником повітряного режиму ґрунту, ступеню його аерації є вільна пористість ґрунту, обумовлена як різниця між пористістю ґрунту й її вологістю. Обсяг повітря в кореновому шарі ґрунту для нормального газообміну ґрунту з атмосферою не має опускатися нижче 15–20 % обсягу пор під час вирощування трав, 20–30 % – під час вирощування зернових культур і 30–40 % – овочевих культур. Отже, для різних культурних рослин оптимальний ступінь аерації ґрунту коливається від 15 до 40 % обсягу пор. Інші пори в ґрунті можуть бути заповнені водою.

Водний режим ґрунту характеризують наступні показники:

- оптимальна вологість,
- норма осушення,
- припустима тривалість затоплення ґрунту
- критична глибина залягання рівня ґрунтових вод.

Оптимальна вологість ґрунту – вологість, за якої коренева система рослин не випробує недолику вологи, необхідної для їхнього росту й розвитку.

Оптимальна вологість характеризується двома значеннями, у межах яких має змінюватися вологість у коренево-населеному шарі ґрунту. Верхня межа вологості ґрунту визначається мінімальним значенням її аерації. Вологість ґрунту не має перевищувати 60–70 % повної вологоємності при вирощуванні овочевих культур, 70–80 % – зернових і 80–85 % – трав.

Нижня межа допустимої для рослин вологи в ґрунті, при досягненні якої може відбутися стійке в'янення рослини, залежить від сисної сили коренів і характеру ґрунту. Рослина може взяти з ґрунту тільки ту вологу, що утримується капілярними й молекулярними силами під тиском, меншим, ніж сисна сила рослин.

З ростом рослин сисна сила збільшується, а при їхньому старінні – поступово зменшується. Нижня межа доступної вологи залежить від вологості в'янення рослин, яка коливається в широких межах у залежності від механічного складу, а в торф'яних ґрунтів – від ступеня розкладання й зольності торфу. Нижня межа оптимальної вологості оцінюється залежно від виду ґрунтів і рослин: для трав – 50–60 % пористості, для зернових – 45–50 %, для овочевих і технічних культур – 40–45 %.

Оптимальна вологість ґрунту під час вирощування сільськогосподарських культур на осушуваних землях складає 40–85 % пористості ґрунту, або 60–100 % граничної польової вологоємності ґрунту (ГПВ). Вищі значення відповідають вологолюбним культурам (трави, овес), важким мінеральним і торф'яним ґрунтам низинних боліт, менші – засухостійким культурам (овочі).

Оптимальна вологість має бути забезпечена в активному шарі ґрунту, товщина якого залежить від глибини проникнення коренів рослин і родючості ґрунту у його профілі. На осушуваних землях коренева система рослин рідко проникає на глибину більшу 80–100 см, за винятком окремих видів трав. Товщина активного шару ґрунту, у якому повинна підтримуватися вологість в оптимальних межах, складає 20–30 см на початку вегетації, 30–50 см у середині і до 50–80 см наприкінці вегетації рослин.

Водоспоживання рослин за оптимальної вологості не лімітується вмістом води в ґрунті. Потреба культур у воді оцінюється коефіцієнтом водоспоживання, під яким розуміють сумарну витрату води культурою на формування одиниці товарної продукції. Коефіцієнт водоспоживання виражають у кубічних метрах води на тону продукції.

Коефіцієнти водоспоживання коливаються в широких межах залежно від метеорологічних умов конкретного року, ґрунтів і рівня агротехніки. Коефіцієнти водоспоживання зменшуються з поліпшенням агротехніки й ростом врожайності. Підвищення рівня агротехніки, внесення добрив ведуть до росту врожайності й одночасно до більш ощадливого використання водних ресурсів.

Сумарне водоспоживання сільськогосподарських культур за вегетаційний період при сучасному рівні ведення сільського господарства складає 4 000–6 000 м³/га (400–600 мм) і практично не перевищує ці значення в зоні осушення.

Запаси вологи в кореневому шарі ґрунту у вегетаційний період визначаються весняними вологозапасами й залежать від величини атмосферних

опадів і капілярного підживлення ґрунту з нижчих шарів і ґрунтових вод. За вегетацію в зоні Полісся в активний шар торф'яних і суглинкових ґрунтів надходить з ґрунтових вод до 150–250 мм води при заляганні їх на глибині $H = 1$ м, до 100–150 мм при $H = 1,5$ і до 30–60 мм при $H = 2$ м. В окремі періоди на торф'яних ґрунтах капілярне підживлення може досягати 2–2,5 мм/добу. Затоплення поверхні ґрунту в період вегетації влітку і восени допускається тільки за рахунок випадання опадів і тільки на обмежений термін. Дощові води мають бути вилучені з поверхні ґрунту на полях за 12–15 год, на луках і пасовищах – за 24–36 год, із ґрунтового шару товщиною 50 см – за 2–3 і 4–5 діб відповідно.

Збитки від затоплення зростають зі збільшенням шару затоплення і температури води. Затоплення поверхні осушуваних земель водами, що надходять ззовні, з рік і зі схилів, не допускається.

Допустима тривалість весняного затоплення луків і пасовищ залежить від складу травостою. За цим показником трави можна розділити на чотири групи:

1) не витримують навіть короткочасного затоплення тривалістю більше 5–10 діб (конюшина лучна, костриця, райграс);

2) витримують затоплення до 12–15 діб (тимофіївка, тонконіг, мишачий горошок);

3) витримують затоплення до 15–25 діб (костриця, мітлиця біла, конюшина повзуча);

4) витримують тривале затоплення до 30–40 діб і більше (канаркова трава, бекманія та ін.).

Затоплення озимих зернових культур щоб уникнути вимокання й утрат врожаю не допускається. Не допускається затоплення й територій із господарськими будівлями.

2 Водний та поживний баланс осушуваних земель

Водний баланс – кількісна характеристика типу водного живлення. Він визначається співвідношенням між приходом і витратою вологи в ґрунті за певний відрізок часу. Прибуткову частину водного балансу складають: атмосферні опади (P), припливи поверхневих ($\Pi_{\text{п}}$), ґрунтових ($\Pi_{\text{г}}$) і напірних ($\Pi_{\text{н}}$) вод, конденсація вологи на поверхні й у ґрунті (K). Видаткову частину балансу складають сумарне випаровування ($E_{\text{с}}$), поверхневий стік (C) і відтік ґрунтових вод за межі ділянки ($O_{\text{г}}$).

За багаторічний період для будь-якого об'єкту різниця між притоком і витратою вологи дорівнює нулю, що обумовлено законом збереження речовини. Для коротких періодів (баланси складають для вегетаційного періоду, а нерідко за місяцями й декадами) це положення не дійсне. У цьому випадку прихід – витрата дорівнює ΔW :

$$\Delta W = W_1 - W_2, \quad (1.51)$$

де ΔW – зміна запасів вологи на поверхні землі, у ґрунті й у шарі, зайнятому ґрунтовими водами, за розрахунковий період;

W_1 – зазначені запаси вологи на початку розрахункового періоду;

W_2 – те ж наприкінці розрахункового періоду.

Рівняння водного балансу для осушуваного масиву або його частини можна записати так:

$$(P + \Pi_{\text{п}} + \Pi_{\text{г}} + \Pi_{\text{н}} + K) - (E_{\text{с}} + C + O_{\text{г}}) = \Delta W. \quad (1.52)$$

Вхідні в рівняння елементи водного балансу виражають у мм або м³/га. Співвідношення між ними наступне: 1 мм = 10 м³/га.

Під впливом осушення змінюється в основному видаткова частину балансу, тому що способи осушення спрямовані на збільшення дренажності території.

Баланс ґрунтових вод описується рівнянням:

$$\Pi_{\text{п}} + \Pi_{\text{г}} - O_{\text{г}} + g = \mu \cdot \Delta H, \quad (1.53)$$

де g – водообмін ґрунтових вод з ґрунтами й материнською породою:

$$g = I_{\text{г}} - \Phi_{\text{г}}, \quad (1.54)$$

де $I_{\text{г}}$ – випаровування з поверхні ґрунтових вод (відтік капілярами у ґрунти й породи);

$\Phi_{\text{г}}$ – інфільтрація атмосферних опадів до поверхні ґрунтових вод;

μ – водовіддача ґрунту;

ΔH – зміна глибин ґрунтових вод за розрахунковий період.

Основним прибутковим елементом водного балансу є атмосферні опади, видатковим – сумарне випаровування. Тільки за умови намитного типу водного режиму переважне значення в живленні має приплив поверхневих вод, а за умови ґрунтово-напірного – приплив напірних вод.

Інтенсивність ґрунтово-напірного живлення рідко перевищує 0,6 мм/добу, хоч на ділянках боліт у глибоких зниженнях рельєфу може перевищувати 1,5–1,8 мм/добу, що близько до середньорічної величини опадів.

Баланс зольних елементів характеризує поживний для рослин режим ґрунту. Рівняння балансу зольних елементів складається з двох частин – прибуткової і видаткової. Прибуткову частину складають запаси елементів живлення в ґрунті на початку періоду $S_{\text{н}}$, надходження зольних елементів з опадами Π_0 , з насінням $\Pi_{\text{н}}$, з поливною водою $\Pi_{\text{п}}$, із ґрунтовими водами $\Pi_{\text{г}}$, з повітря з пилом, а також за рахунок поглинання рослинами газоподібного азоту $\Pi_{\text{в}}$, утворення (продукування) поживних речовин мікроорганізмами в ґрунті $\Pi_{\text{м}}$, внесення добрив $\Pi_{\text{д}}$. Видаткова частина балансу складається з наступних елементів: винесення зольних елементів із врожаєм й бур'янами $P_{\text{у}}$, вимивання поживних елементів поверхневим стоком $P_{\text{с}}$, винесення речовин із дренажним стоком $P_{\text{д}}$, запаси елементів живлення наприкінці розрахункового періоду – $S_{\text{к}}$. Рівняння балансу зольних елементів виглядає так:

$$(6\Pi_0 + \Pi_{\text{н}} + \Pi_{\text{п}} + \Pi_{\text{г}} + \Pi_{\text{в}} + \Pi_{\text{м}} + \Pi_{\text{д}}) - (P_{\text{у}} + P_{\text{с}} + P_{\text{д}}) = S_{\text{к}} - S_{\text{н}}. \quad (1.55)$$

Питома вага окремих елементів у зольному живленні, таких як Π_0 , $\Pi_{\text{п}}$, $\Pi_{\text{г}}$, $\Pi_{\text{в}}$, незначна. Зберегти позитивний баланс елементів живлення рослин при інтенсивному використанні земель можна тільки за рахунок скорочення їхніх втрат і внесення добрив. Розрахунки за рівнянням балансу поживних речовин виконують при програмуванні врожаїв.

Втрати зольних елементів із врожаєм поновлюються внесенням органічних і мінеральних добрив: основні з них азотні, фосфорні й калійні (N, P₂O₅, K₂O). На торф'яних ґрунтах застосовують також мікродобрива (Cu, Mn, B, Zn та ін) у

вигляді мідного купоросу, борного суперфосфату, марганцевих шлаків та ін. Для посилення життєдіяльності ґрунтової мікрофлори застосовують гній у розрахунку 10–30 т/га, торфофекальні й інші компости. Дози внесення органічних і мінеральних добрив під основні культури сівозмін залежать від місцевих умов.

3 Вплив осушення на водний режим і стік річок

Осушення боліт та інших перезволожених земель істотно змінює природні умови не тільки осушеного масиву, але і прилеглих до нього територій. Проте в літературі дані про це часто суперечливі. Це пов'язано як з великою різноманітністю екологічних умов осушених масивів, так і з недостатнім рядом спостережень.

Відзначено такі загальні тенденції змін екологічних умов осушених територій:

- підвищення ступеню дренажу водозбірного басейну;
- збільшення швидкості добігання снігових і дощових вод до водоприймача, що приводить до збільшення витрат води у ньому;
- зниження рівня ґрунтових вод у межах осушувального масиву, а також на прилеглих територіях;
- зміна умов випаровування;
- зміна величини стоку, особливо якщо осушена територія займає значну частину водозбору. Стік основних річок України після осушення практично не змінився. Якщо і спостерігається незначна зміна річного стоку, то у напрямку збільшення приблизно на 1–2 %, іноді на 3 %, що лежить у межах допустимої помилки (± 15 %);
- деякий перерозподіл річкового стоку протягом року. Так, тривалість повені зменшується, а стік літньої межени збільшується у 1,3–1,8 рази;
- інтенсивне спрацювання торфу і винос мінеральних і органічних речовин дренажним стоком у води водоприймача, що призводить до погіршення його гідрохімічного і гідробіологічного режиму.

Оцінку дренажних вод, які стікають з сільськогосподарських полів, проводять за нітратами, середня концентрація яких визначається за формулою:

$$C_x = \frac{Q_p \cdot C_p + \sum S_{др} \cdot q_{др} \cdot F_1 + \sum S_{пов} \cdot q_{пов} \cdot F_1}{Q_p + \sum q_{др} \cdot F_1 + \sum q_{пов} \cdot F_1}, \quad (1.56)$$

де Q_p – витрата води у водоприймачі у розрахунковий період, л/с;

S_p – концентрація нітратів у воді водоприймача в створі перед ділянкою осушення, мг/л;

$S_{др}$, $S_{пов}$ – концентрація нітратів відповідно у дренажному і поверхневому стоку, мг/л;

F_1 – осушена площа, га;

$q_{др}$, $q_{пов}$ – модуль відповідно дренажного і поверхневого стоку, л/с·га;

– зміна екологічних умов існування природних біогеоценозів, що веде до зникнення існуючої раніше флори і фауни і появи нових рослинних і тваринних

угруповань, зокрема бур'янів і мишевидних гризунів, які наносять відчутну шкоду сільськогосподарським культурам.

Під час проведення осушувальних меліорацій і зниженні при цьому рівня ґрунтових вод, який є основним фактором диференціації угруповань в зоні Полісся виділяють шість ступенів розміщення рослинних угруповань на піщаних і торфових ґрунтах. Відкриті або рідколісні болота різних типів (VI ступінь) поступово трансформуються у лісові болота зі змішаним деревостаном та покривом із лісоболотних та лучно-болотних видів (V ступінь). Ці угруповання в свою чергу трансформуються при осушенні у березово-соснові лохиново-чорницеві та чорницево-молінієві (IV ступінь). Подібно до цього відкриті трав'янисті болота трансформуються у заболочені луки, а далі – у торфянисті луки. Цей процес є поступовим.

Що стосується лісів, які розміщуються на середніх елементах рельєфу, то розміщення угруповань тут менш чітке і меншою мірою залежить від коливання рівня ґрунтових вод. На угруповання I і II ступенів, які розташовані на підвищених елементах рельєфу, осушення практично не впливає.

4 Розрахунок зміни стоку річки після проведення меліоративних робіт з осушення території

Вихідними даними для виконання розрахунків зміни стоку річки після проведення меліоративних робіт з осушення території є спостереження за коливанням стоку за період декількох років до проведення меліорацій та за декілька років після її проведення.

Під час аналізу стоку до і після меліорації необхідно виключити вплив коливання природної водності. Для цього можна використовувати метод приведення до одної водності з використанням коефіцієнта приведення. За цим методом визначається приведений до колишніх домеліоративних умов стік розрахункового водозбору за період після осушення і порівнюється з фактичним спостереженим стоком.

Коефіцієнт приведення можна визначити двома способами:

1) за відношенням стоку з розрахункового водозбору до стоку контрольного водозбору (водозбору-аналогу) за період до меліорації;

2) за відношенням між стоком контрольного водозбору до і після меліорації розрахункового водозбору.

Другий спосіб, на відміну від першого, не залежить від похибки визначення площ обох водозборів.

Коефіцієнт приведення $k_{пр}$ вираховується за формулою

$$k_{пр} = \frac{C_{2к}}{C_{1к}}, \quad (1.57)$$

де $C_{1к}$ – стік з контрольного водозбору до проведення меліорації;

$C_{2к}$ – стік з контрольного водозбору після проведення меліорації.

Приведений стік розрахункового водозбору за період після меліорації вираховуємо за формулою

$$C_{2\text{ розр.пр}} = k_{пр} \cdot C_{1\text{ розр}}, \quad (1.58)$$

де $C_{1\text{розр}}$ – стік з розрахункового водозбору до проведення меліорації;

$C_{2 \text{ розр.пр}}$ – стік з розрахункового водозбору після проведення меліорації.

Зміну стоку після меліорації знаходимо зі співвідношень

$$\pm \Delta C_{\text{розр}} = C_{2 \text{ розр}} - C_{2 \text{ розр.пр}}, \quad (1.59)$$

або

$$\pm \Delta C_{\text{розр}} = C_{2 \text{ розр}} - k_{\text{пр}} \cdot C_{1 \text{ розр}}. \quad (1.60)$$

Коефіцієнти відносної зміни стоку розрахункового водозбору після меліорації можна отримати за формулами:

$$k_{\text{зм}} = \frac{C_{2 \text{ розр}}}{C_{2 \text{ розр.пр.середн}}}, \quad (1.61)$$

$$k_{\text{зм}} = \frac{C_{2 \text{ розр}}}{C_{2 \text{ пр.середн}} \cdot C_{1 \text{ розр}}}. \quad (1.62)$$

Розрахунок змін стоку під впливом осушення можна проводити у формі таблиці.

Приклад розрахунку приведений у таблиці 1.5.

Під час аналізу змін стоку видно, що осушення збільшує стік у розрахунковому створі. Найбільше збільшення стоку спостерігається з липня до листопаду. Збільшення річного стоку відбувається з коефіцієнтом 1,48, що можна пояснити зменшенням сумарного випаровування ї частково за рахунок спрацювання запасів ґрунтових вод у перші роки після меліорації.

Таблиця 1.5 – Розрахунок післямеліоративних змін стоку за методом приведення.

| № з/п | Показники | | | Стік і його зміни (мм) за місяцями та за рік | | | | | | | | | | | | |
|-------|--------------------------------|------------------|--|--|------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | | | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | рік |
| 1 | Стік контрольного водозабору | до меліорації | $C_{1к}$ | 5,7 | 6,2 | 22,0 | 29,1 | 9,2 | 4,2 | 6,8 | 3,2 | 3,9 | 5,2 | 4,6 | 7,1 | 107,2 |
| | | після меліорації | $C_{2к}$ | 5,1 | 15,1 | 41,0 | 28,0 | 7,1 | 7,9 | 5,1 | 2,7 | 2,9 | 3,1 | 4,1 | 10,1 | 132,2 |
| 2 | Стік розрахункового водозабору | до меліорації | $C_{1розр}$ | 3,1 | 2,9 | 20,5 | 27,2 | 8,3 | 3,7 | 2,1 | 1,5 | 2,9 | 2,7 | 2,4 | 4,1 | 81,4 |
| | | після меліорації | $C_{2розр}$ | 4,1 | 7,2 | 38,0 | 26,1 | 8,1 | 4,9 | 3,9 | 3,1 | 3,6 | 3,2 | 4,1 | 6,4 | 112,1 |
| 3 | Коефіцієнти приведення | | $k_{пр} = \frac{C_{2к}}{C_{1к}}$ | 0,89 | 2,49 | 1,86 | 0,96 | 0,77 | 1,88 | 0,75 | 0,84 | 0,74 | 0,60 | 0,89 | 1,42 | |
| 4 | Контрольний водозбір | | $C_{2 розр.пр} = k_{пр} \cdot C_{1 розр}$ | 2,76 | 7,05 | 38,13 | 26,11 | 6,39 | 6,96 | 1,58 | 1,26 | 2,15 | 1,62 | 2,14 | 5,82 | |
| 5 | Зміна після меліорації | | $\pm \Delta C_{розр} = C_{2 розр} - C_{2 розр.пр}$ | 1,34 | 0,15 | -0,13 | -0,01 | 1,71 | -2,06 | 2,32 | 1,84 | 0,85 | 1,58 | 1,96 | 0,58 | 10,13 |
| 6 | Коефіцієнт зміни стоку | | $k_{зм} = \frac{C_{2 розр}}{C_{2 розр.пр}}$ | 1,49 | 1,02 | 1,0 | 1,0 | 1,27 | 0,70 | 2,47 | 2,46 | 1,40 | 1,98 | 1,91 | 1,10 | 1,48 |

ТЕМА 10 РОЗРАХУНКИ ДРЕНАЖНИХ СИСТЕМ

1. Основні характеристики дренажних систем.
2. Розрахунок горизонтальних дренажів.
3. Розрахунок вертикальних дренажів.

1 Основні характеристики дренажних систем

Дренажна система – інженерно-технічна споруда, яка призначена для збору і видалення інфільтрованих та ґрунтових вод, і становить розгалужену структуру розташованих всім периметром ділянки або споруди і пов'язаних один з одним труб (дрен) і дренажних колодязів, що призначена для захисту території від надмірної вологи.

За допомогою дренажної системи вирішується завдання регулювання водного балансу ґрунту.

Наявні схеми дренажних систем поділяють на два основних типи:

- 1) поверхневі дренажні системи – з точковим чи лінійним водозбором.
- 2) глибинні дренажні системи – забирають надлишок вологи, що утворюється у ґрунті через наявність в ньому ґрунтових вод.

Складові дренажної системи:

– дренажні труби (дрени) – основний елемент дренажної системи; виконують функцію водоприймача і водовідведення, необхідного для осушення місцевості. В цьому разі дренаж – це розгалужена система взаємопов'язаних труб (дрен), які укладають з ухилом в бік водоприймача (каналу, кювету, водойми, дренажного колодязя) навколо або уздовж споруди (ділянки). Кожна з дрен має на стінках мережу отворів, розташованих на певній відстані один від одного. Така система труб вбирає воду з ґрунту і відводить її за межі ділянки.

Використання дренажних труб дозволяє вирішити проблему захисту території і будівель, які перебувають на ній, від пошкоджень, пов'язаних з надлишковою вологістю (мерзлотою, утворенням цвілі, калюж і весняної криги), запобігти затопленню підвальних і цокольних приміщень, загнивання кореневої системи рослин;

– дренажні колодязі розташовують в місцях поворотів труб, задаючи напрямки для стоку води, або влаштовують як водозбірники. Також дренажні колодязі є пунктами технічного обслуговування. Зокрема, через них здійснюють промивання дренажних труб;

– дренажні насоси, призначені для відкачування води; застосовують, коли видалення стічних вод, які зібралися, з дренажної системи неможливе природним шляхом. Такі насоси встановлюють в дренажних колодязях і пристосовують для роботи в зануреному стані – їх електрична частина є водонепроникною і надійно ізольованою. Моделі насосів розрізняються за продуктивністю (швидкістю відкачки), яка визначається в кубометрах на годину. Ще один важливий момент – діаметр випускного патрубка насоса. Чим більший цей діаметр, тим вищий максимальний розмір твердих частинок, що пропускаються насосом.

Використовують дренажні труби таких типів:

– азбоцементні труби. Для використання цих труб в якості дренажних в їх верхній частині створюють пропили шириною 3–7 мм, розташовані в шаховому порядку з кроком 100–200 мм (залежно від характеристик ґрунту);

– керамічні труби – виготовляють з глини з можливим застосуванням добавок. Існують варіанти з перфорацією, щілинними отворами і рифленою зовнішньою поверхнею (жолобки сприяють збільшенню поглинальної здатності);

– полімерні труби – труби з поліетилену високого або низького тиску (ПВД або ПНД);

– труби з пористих матеріалів (керамзітоскло, пластобетон) – відрізняються тим, що вода просочується в них через пори в стінках, а не крізь спеціальні отвори.

Укладання дренажних труб відбувається згідно заздалегідь розробленим планом дренажної системи. Мінімальний ухил дренажної труби за будівельними нормами становить в глинистих ґрунтах 2 мм, а в піщаних – 3 мм на погонний метр. На практиці для нормального стоку води ухил труби приймають 5–10 мм на погонний метр. Відповідно до цих вимог викопують траншеї, дно яких вирівнюють і утрамбовують дрібним щебнем (створюється фільтруючий шар).

Монтаж системи труб проводиться із застосуванням сполучних елементів – муфт, перехідників, трійників, колін. Дрени засипають декількома шарами водопроникних матеріалів (наприклад геотекстиль) – спочатку розташовують промитий щебінь або гравій, потім пісок, а зверху укладають вийнятий раніше ґрунт. Товщина обсіпок коливається в середньому від 100 до 300 мм (чим менше водопроникний навколишній ґрунт, тим товще засипка). Щоб не допустити замулювання дрен і засмічення перфорації, використовують фільтри з геотекстилю (під час меліорації піщаного і супіщаного ґрунту) або кокосового волокна (якщо осушують глини, суглинки, торфовища).

За необхідності збільшення пропускної спроможності системи в траншею можна укласти комбінації з декількох дренажних труб різних діаметрів.

В дренажній системі, що має лінійну конструкцію, використовують такі спеціальні деталі, як жолоби, лотки та канали. Їх встановлюють у канави, що влаштовують з уклоном до місця збору води, а зверху закривають решіткою. В такі канали з часом може потрапляти із зовнішнього середовища усіляке сміття – листя, гілки, пісок та ін. Аби усе це не засмічувало стік, необхідно встановити спеціальні ємкості, в яких буде затримуватись сміття, і які потім можна буде легко вичистити.

Лінійні дренажні системи підходять для встановлення на ділянці в наступних випадках:

– місцезнаходження ділянки на схилі, що має кут від 3 градусів і більше. В такому разі, окрім своєї прямої функції, дренаж виконуватиме функцію захисту родючого шару ґрунту від вимивання водними потоками;

– якщо на ділянці містяться так звані важкі типи ґрунту, наприклад, глина, яка, як відомо, погано пропускає воду;

– якщо в даній місцевості часто і у великій кількості випадають дощі і сніг.

Призначенням поверхневих дренажних систем є відвід води з ділянки, що випадає на землю у вигляді опадів. Однак такі системи не справляться з відводом ґрунтових вод. В таких випадках необхідно вирішувати проблему за допомогою закритого глибинного дренажу.

В системі глибинного дренажу труби вкладаються так само з уклоном до місця збору або скидання води (водоприймача).

В деяких випадках захистити ділянку від надмірної вологості можна без застосування труб, а з допомогою так званого м'якого дренажу. Суть цього пристосування полягає в заповненні траншей фільтруючим матеріалом (наприклад, щебнем крупної фракції або битою цеглою).

2 Розрахунок горизонтальних дренажів

Під час влаштування горизонтального дренажу дрени бажано розташовувати в напрямку гідроізогіпс, а колектори – уздовж по ухилу місцевості, тому що в цьому випадку вони швидше відводять воду.

При горизонтальному дренажі необхідно порівняно глибоко закладати дренажну мережу для того, щоб опустити капілярну облямівку ґрунтових вод, що обумовлює високу вартість і ускладнює його застосування.

До вихідних даних для проектування систематичного дренажу належать:

- а) розмір і топографію осушуваної території;
- б) норму осушення $h_{но}$;
- в) коефіцієнт фільтрації ґрунту K , м/добу;
- г) шар інфільтрації розрахункової забезпеченості H , м/добу;
- д) гідрогеологічні розрізи із зазначенням глибини залягання водоупору і максимального рівня стояння ґрунтових вод.

Порядок проектування такий.

1. Визначають максимальну величину ординати депресійної кривої

$$h_1 = H - h_{но} \quad (1.63)$$

і відстань між дренами:

– досконала дрена –

$$L = 2 \cdot (H - h_{но}) \cdot \sqrt{\frac{K}{e}}, \quad (1.64)$$

– недосконала дрена –

$$L = 2RU = 2 \cdot \sqrt{\frac{K}{P}} h_1^2 + 2 \cdot \frac{K}{P} \cdot \frac{m}{n} \cdot T \cdot h_1. \quad (1.65)$$

2. Визначають час початку робіт дренажу:

$$t = \frac{R^3 \cdot \beta \cdot \pi \cdot (H - h_1)}{4 \cdot K \cdot H \cdot h_1}. \quad (1.66)$$

3. Розподіляють елементи систематичного дренажу в плані.

Цей розподіл залежить від рельєфу місцевості і підстиляючого водоупора, від розташування вулиць, окремих будівель і водоприймача. Так при великих ухилах поверхні осушуваної території дрени доцільно розташовувати уздовж горизонталей, а при малому ухилі місцевості це недоцільно.

При цьому колектори розташовують уздовж вулиць з відстанню між ними до 400 м, вважаючи, що довжина дрен не буде перевищувати 200 м. Якщо водоупір має тальвег, то колектор можна розташовувати уздовж тальвега. Дрени розташовують на відстані 40–250 м в забудованій частині та на відстані 20–30 м в садах і парках.

Мінімальна відстань дрени і колектору від будівлі визначають за формулою:

$$l_{зд} = \frac{H-h_{\phi}}{t \cdot q \cdot \varphi} + \frac{b}{2}, \text{ м}, \quad (1.67)$$

де H – глибина закладення колектору;

h_{ϕ} – глибина фундаменту будівлі;

φ – кут внутрішнього тертя;

b – ширина канави по низу.

При глибокому заляганні водоупору колектори зазвичай пов'язують з горизонталями місцевості і розташовують їх уздовж ухилу.

4. Витрату води в дрени визначаються за формулою

$$Q_{др} = p \cdot L \cdot l, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (1.68)$$

де L – відстань між дренами;

l – довжина дрени.

Розраховують $Q_{др. \min}$ при p_{\min} ; $Q_{др. \max}$ при p_{\max} ;

Розрахунок води в колекторі визначають за формулою:

$$Q_{кол} = n \cdot Q_{др}, \text{ м}^3/\text{с},$$

де n – кількість дрен, що впадають в колектор.

Для того, щоб діаметр труб колектору не був перебільшений і мав достатнє заповнення, колектор розбивають на кілька ділянок.

5. Після того, як витрати води в дренажі та колекторі підраховані, задаються діаметрами труб і ухилами. Виходячи з експлуатаційних умов, мінімальний діаметр для дрен приймають 100 мм, а для колектору – 200 мм.

Ухил труб пов'язують з місцевістю і приймають в середньому для дренів 0,003–0,006, для колекторів 0,001–0,003.

6. Визначають діаметр дренажних труб. При розрахунках діаметру дренажних труб виходять з умови неповного їх заповнення, тобто безнапірного руху. Частку заповнення труб (h/d) слід приймати близько (0,7–0,9).

Порядок розрахунку діаметру труб можна намітити такий. Позначають витрату води в трубі при повному її заповненні $Q_{п}$, а при неповному $Q_{нп}$. Швидкості відповідно будуть $V_{п}$, $V_{нп}$.

Витрата $Q_{нп}$ відповідає розрахунковому притоку води до дрени. Витрату $Q_{п}$ при заданому діаметрі труби можна визначити за формулою Шезі

$$Q_{п} = \omega \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot J} = K_{п} \cdot \sqrt{J}, \quad (1.69)$$

де $K_{п} = \omega \cdot C \cdot R$ – модуль витрати.

Зі свого боку,

$$K_{п} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{d}{4}\right) \cdot \frac{1}{6} \cdot \left(\frac{d}{4}\right) \cdot \frac{1}{2} = 0,314 \cdot \frac{d^8}{n}. \quad (1.70)$$

Для труб зазвичай приймають $n = 0,013$, тоді

$$K_{\pi} = 24 \cdot 10^3 \cdot d^{8/3} \text{ л/с} = 24 \cdot d^{8/3}, \text{ м}^3/\text{с}.$$

Коефіцієнт неповноти витрати:

$$A = \frac{Q_{\text{нп}}}{Q_{\pi}} = \frac{Q_{\text{нп}}}{K_{\pi} \cdot \sqrt{J}}. \quad (1.71)$$

Коефіцієнт неповноти швидкості (табл. 1.6):

$$B = \frac{V_{\text{нп}}}{V_{\pi}}. \quad (1.72)$$

Таблиця 1.6 – Значення величин А і В за різних часток заповнення дренажної труби водою

| h/d | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,95 | 1,0 |
|-----|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| A | 0,025 | 0,1 | 0,2 | 0,35 | 0,5 | 0,65 | 0,83 | 1,0 | 1,07 | 1,1 | 1,0 |
| B | 0,35 | 0,55 | 0,75 | 0,95 | 1,05 | 1,1 | 1,15 | 1,16 | 1,15 | 1,1 | 1,0 |

Швидкість за повного припливу

$$V_{\pi} = \frac{Q_{\pi}}{\pi \cdot d^2 / 4}. \quad (1.73)$$

Порядок розрахунку діаметру дренажної системи:

- а) задаються величинами діаметру труби d і ухилу J ;
- б) визначають величину K_{π} ;
- в) так як величина $Q_{\text{нп}}$ відома з розрахунку припливу води до дрен, то за визначають величину A , відповідні їй величини h/d и B ;
- г) визначають V_{π} та $V_{\text{нп}}$.

Швидкість $V_{\text{нп}}$ має задовольняти умові $0,3 \text{ м/с} < V_{\text{нп}} < 1 \text{ м/с}$, тобто має бути більше незамулюючої швидкості води в трубі ($0,3 \text{ м/с}$) і менше швидкості розмиву ґрунту в стиках (1 м/с).

Наведені рішення систематичного дренажу дані у вигляді плоскої задачі. Тим часом, це просторова система, за якої відбувається взаємний зв'язок потоків. Завдання гідравліки – вирішити рух потоків систематичного дренажу в вигляді просторової системи.

3 Розрахунок вертикальних дренажів

Під час влаштування вертикального дренажу проводять відкачку ґрунтових вод із спеціально закладених бурових колодязів для більш глибокого зниження рівня ґрунтових вод. Розташування колодязів проводять площею або лінійно.

Під час осушення площадки кільцевого вертикального дренажу мають бути відомі: план площадки, максимальний рівень ґрунтових вод, відмітка залягання водоупору і коефіцієнт фільтрації ґрунту.

За величини ґрунтового потоку H , м, глибина зниження рівня ґрунтових вод в центрі площадки буде S , м, а ордината депресійної кривої $y_o = H - S$.

Порядок проектування може бути наступний.

1. Визначають радіус дії дренажу за формулою

$$R = 2 \cdot S \cdot \sqrt{K \cdot H}. \quad (1.74)$$

2. Визначають радіус круга x_0 , рівновеликого щодо площі прямокутника за формулами:

$$x_0 = \sqrt{\frac{F}{\pi}}, \quad (1.75)$$

$$F = a \cdot b, \quad (1.76)$$

де a та b – сторони рівновеликого круга прямокутника.

3. Визначають попередню витрату кільцевого дренажу $Q_{\text{прв}}$ за формулою:

$$Q = \frac{\pi \cdot (2 \cdot H - S)}{\ln R - \ln \sqrt{\frac{F}{\pi}}}. \quad (1.77)$$

4. Користуючись формулою визначення захватної здатності колодязя

$$g_{\text{зкв}} = \pi \cdot d \cdot l_a \cdot V_q, \quad (1.78)$$

де $g_{\text{зкв}}$ – загінна здатність колодязя;

$$V_q = 65 \cdot \sqrt[3]{K}, \text{ м/добу} \quad (1.79)$$

складають дві нерівності для $n-2$ колодязів:

$$g_{\text{зкв}} \cdot n > Q_{\text{прв}} \quad (1.80)$$

та

$$g_{\text{зкв}} \cdot (n-2) < Q_{\text{прв}}. \quad (1.81)$$

Наприклад, для n колодязів

$$g_{\text{зкв}} = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot y_n \cdot V_q, \quad (1.82)$$

де

$$y_n = \sqrt{y_{\text{п}}^2 - \frac{Q_{\text{прв}}}{\pi \cdot k \cdot n} \ln \frac{x_0}{r}}, \quad (1.83)$$

а для $n-2$ колодязів

$$g_{\text{зкв}} = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot y_{n-2} \cdot V_q, \quad (1.84)$$

де

$$y_{n-2} = \sqrt{y_{\text{п}}^2 - \frac{Q_{\text{прв}}}{\pi \cdot k \cdot (n-2)} \ln \frac{x_0}{r}}. \quad (1.85)$$

Задаються радіусом кільця. Підбором визначають парну кількість колодязів і розподіляють їх по контуру площадки.

5. За планом площадки визначають відстань від центру A до кожного з колодязів x_1, x_2, \dots, x_n . За формулою (3.20) визначають уточнену витрату води кільцевого дренажу Q .

6. Далі підраховують рівні ґрунтових вод по групах колодязів, які знаходяться в однакових умовах.

Так, наприклад, для колодязя 6, симетрично розташованого з колодязями 1, 4, 9, складають схему і визначають відстані від колодязя 6 до інших колодязів: x_1, x_2, \dots, x_n . При цьому $x_6 = r$. Користуючись формулою (3.29), визначають y_6 :

$$y_6 = \sqrt{H^2 - \frac{Q}{\pi \cdot k} \cdot (\ln R - \ln \sqrt[10]{x_1 x_2 \dots x_{10}})}. \quad (1.86)$$

Подібним способом визначають рівні ґрунтових вод усіх колодязів і складають схеми депресійних кривих.

Якщо необхідне зниження рівня ґрунтових вод на площадці не досягнуто, то змінюють кількість колодязів та їх розміщення.

2 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

Метою виконання розрахунково-графічної роботи (РГР) «Оцінка водокористування учасників водогосподарського комплексу» є визначення кількості води для споживання різними категоріями водоспоживачів; визначення кількості утворюваних стічних вод; оцінка втрат води в системах водопостачання.

Виконання РГР проводять за вихідними даними, які здобувач вищої освіти отримує за вказівками викладача (див. *дод. А, Б*).

РГР містить такі розділи:

1. Розрахунок витрат води для використання різними категоріями споживачів

Розрахунок проводять згідно з вказівками [2, 3] та інформаційним матеріалом *теми 2*.

2. Розрахунок витрат стічних вод від різних споживачів

Розрахунок проводять згідно з вказівками [4] та інформаційним матеріалом *теми 6*.

3. Визначення витрат води в системах комунального водопостачання.

Розрахунок проводять згідно з інформаційним матеріалом *теми 4*.

Структура РГЗ має бути такою:

1) титульний аркуш – виконують за відповідною формою, прийнятою для оформлення розрахунково-пояснювальних записок (див. *дод. В*). На титульному аркуші мають бути позначені назва (тема) РГР, прізвища здобувача освіти й викладача дисципліни;

2) завдання на виконання РГР;

3) зміст. До змісту входять:

– вступ; коротко формулюють тематику РГР;

– послідовно перераховані найменування усіх розділів, підрозділів, пунктів і підпунктів;

– список джерел;

– додатки (за необхідності).

Допускається найменування пунктів і підпунктів у зміст не включати;

4) вступ. Коротко формулюють тематику РГР;

5) елементи основної частини РГР. Склад, зміст і обсяг розділів основної частини РГР визначаються одержаним завданням на його виконання;

6) список джерел. Перелік джерел, на які зроблені посилання у відповідних місцях тексту, складають в тому порядку, в якому вони вперше згадуються в тексті. Окрім літературних джерел, в список включають перелік використовуваної нормативної документації та електронні ресурси;

7) додатки. У додатках розміщують матеріал, який є необхідним, але не може бути розміщений в основній частині РГР через великий об'єм або з інших міркувань. Додатки розташовують у порядку появи посилань в тексті основної частини РГР. Кожен додаток необхідно починати з нової сторінки.

Оформлення РГР проводять відповідно до вимог оформлення розрахунково-пояснювальних записок, тобто:

– РГР виконують на аркушах формату А4 без рамки з полями: верхнє і нижнє – 20, лівє – не менше 25, правє – не менше 10 мм;

– текст РГР має бути виконаний шрифтом 14 пт (Times New Roman, Arial, Arial Narrow, GOST type A, B) з полуторним міжрядковим інтервалом; заголовки можуть бути виділені шрифтом 16 пт. Абзаци в тексті відступають від тексту на 1–1,27 см;

– нумерацію сторінок РГР проставляють в правому верхньому кутку арабськими цифрами без крапки. Нумерація сторінок – наскрізна, включає ілюстрації (рисунок) і таблиці, розташовані на окремих сторінках, а також додатки. Структурні елементи РГЗ – ВСТУП, ВИСНОВКИ, СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ – не нумерують;

– всі розділи РГР починають з нової сторінки;

– заголовки структурних елементів і розділів РГР пишуть прописними (заголовними) буквами без крапки в кінці, не підкреслюють. Заголовки підрозділів, пунктів і підпунктів пишуть малими буквами, починаючи з заголовної; розташовують номер підрозділу (пункту, підпункту) з абзацного відступу, без крапки в кінці.

3 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Змістовий модуль 1 Призначення, основні елементи та параметри водогосподарських систем

Тема 1 ВОДНЕ ГОСПОДАРСТВО, ВОДОГОСПОДАРСЬКІ КОМПЛЕКСИ ТА СИСТЕМИ

Водне господарство – галузь економіки, яка має на меті використання поверхневої та підземної води для потреб населення і всіх галузей народного господарства у необхідній кількості та відповідної якості. В його сферу входить також регулювання та боротьба з виснаженням водних ресурсів та з їх забрудненням (очищення стічних вод), боротьба з повеннями та розмивами берегів водосховищ тощо.

Основною задачею водного господарства України як єдиного ВГК є регулювання стоку річок з метою узгодженого задоволення промисловості, енергетики, сільського господарства (зрошення), водного транспорту і комунального господарства, іншими словами – раціональне задоволення водокористувачів і забезпечення якості води в умовах нерівномірного стоку.

Контрольні питання

1. Що входить у сферу діяльності водного господарства?
2. Дайте характеристику водозабезпеченості та обсягів водоспоживання України.
3. Назвіть основні напрями використання водних ресурсів.
4. Охарактеризуйте функції (завдання) водного господарства.
5. Охарактеризуйте принципи водного господарства.
6. Назвіть напрями діяльності водного господарства.
7. На які категорії поділяють галузі економіки залежно від цілей водокористування?
8. Що представляє собою гідротехнічне будівництво?
9. Як класифікують гідротехнічні споруди?
10. Що представляють собою спеціальні гідротехнічні споруди?
11. Наведіть приклади основних показників об'єктів гідротехнічного будівництва.
12. Назвіть основні етапи розвитку гідротехнічного і водогосподарського будівництва в Україні.
13. Назвіть основні водогосподарські об'єкти Дніпровського каскаду.
14. Що представляє собою водогосподарський комплекс?
15. Які бувають споруди водогосподарського комплексу?
16. Як природні чинники впливають на функціонування і розвиток водогосподарського комплексу?
17. Як соціально-економічні чинники впливають на функціонування і розвиток водогосподарського комплексу?
18. Як класифікують водогосподарські комплекси?
19. Які водогосподарські комплекси за масштабами розповсюдження є найбільш ефективними?
20. Що представляє собою водоохоронний водогосподарський комплекс?
21. Яким умовам мають відповідати водогосподарські комплекси?
22. На які групи поділяють учасників водогосподарських комплексів?
23. Охарактеризуйте водоспоживачів як учасників водогосподарських комплексів.
24. Охарактеризуйте водокористувачів як учасників водогосподарських комплексів.
25. Які вимоги пред'являють учасники водогосподарських комплексів до водних об'єктів?
26. Охарактеризуйте можливість використання річкової води учасниками водогосподарських комплексів залежно від її якості.
27. Що представляють собою водогосподарські системи?
28. Які фактори впливають на формування водогосподарських систем?
29. Які вимоги ставлять до водогосподарських систем?
30. Назвіть особливості водогосподарських систем Харківської області.

Тема 2 ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСНИКІВ ВОДОГОСПОДАРСЬКИХ КОМПЛЕКСІВ

Галузі та виробництва, які забирають воду або використовують її з даного водогосподарського комплексу водного об'єкта, називають *учасниками (компонентами)* ВГК. Основні підгалузі (компоненти) водогосподарського комплексу – це водопостачання промисловості, населених пунктів, сільськогосподарського виробництва, зрошення земель та обводнення посушливих районів, гідроенергетика, водний транспорт, рибне господарство, рекреація і відпочинок.

ВГК за кількістю учасників можуть бути галузевими або комплексними. Галузеві комплекси можуть створюватися для однієї галузі, наприклад для зрошення, рибного господарства та ін. Комплексні ВГК включають у себе декілька учасників (комунально-побутове господарство, гідроенергетику, зрошення, водний транспорт, лісосплав, водний туризм та ін.). Наприклад, на Дніпрі створено шість комплексних ВГК: Київський, Канівський, Кременчуцький, Дніпродзержинський, Дніпровський (Дніпрогес), Каховський.

Контрольні питання

1. Які існують види електростанцій?
2. Що називають енергетичною системою?
3. Охарактеризуйте об'єднану енергетичну систему України?
4. Охарактеризуйте енергетику як учасника водогосподарського комплексу.
5. Які значення мають греблі для гідроелектростанцій?
6. Назвіть класифікації ГЕС.
7. Охарактеризуйте греблеві ГЕС.
8. Назвіть руслові ГЕС України.
9. Як працюють дериваційні ГЕС?
10. Призначення та принцип роботи гідроакumuлюючих електростанцій.
11. Використання припливних електростанцій.
12. Використання водних ресурсів тепловими та атомними електростанціями.
13. Охарактеризуйте сільське господарство як учасника водогосподарського комплексу.
14. Назвіть основних водоспоживачів у сільському господарстві.
15. Які типові потреби у воді для сільського господарства?
16. Який вид використання води є найбільш водомістким у сільськогосподарському водоспоживанні?
17. Назвіть найбільші зрошувальні системи України.
18. Якими показниками характеризуються джерела зрошення?
19. Охарактеризуйте водний транспорт як учасника водогосподарського комплексу.
20. Як характеризують внутрішні водні шляхи?
21. Призначення та принцип роботи судноплавного шлюзу.
22. Охарактеризуйте внутрішні водні перевезення в Україні.
23. Назвіть переваги водного транспорту.

24. Назвіть недоліки водного транспорту.
25. Що таке рекреація?
26. Охарактеризуйте рекреацію як учасника водогосподарського комплексу.
27. Назвіть рекреаційні ресурси.
28. Як водні ресурси України використовують для рекреаційних потреб?
29. Охарактеризуйте роль водосховищ для розвитку рекреації.
30. Охарактеризуйте рекреаційне використання водосховищ України.
31. Як озера України використовують для рекреаційних потреб?
32. Охарактеризуйте рекреаційне використання річок України.
33. Охарактеризуйте лісосплав як учасника водогосподарського комплексу.
34. Як здійснюють нині лісосплав на водних об'єктах України?
35. Охарактеризуйте рибне господарство як учасника водогосподарського комплексу.
36. Які чинники впливають на розвиток рибного господарства?
37. Які питання необхідно вирішити для успішного вирішення проблеми рибного господарства в Україні?
38. Які використовують типи рибоводних ставкових господарств?
39. Що таке комплексний гідровузол?
40. Якими параметрами характеризують комплексні гідровузли?
41. Що таке розрахункова забезпеченість ВГК?

Тема 3 ПРИЙМАННЯ ВОДИ З ПРИРОДНИХ ДЖЕРЕЛ

Вибір вододжерела є найважливішим завданням під час проектування системи водопостачання, оскільки він визначає характер самої системи, технологічну схему і склад водопровідних споруд, а отже будівельну і експлуатаційну вартість водопровідного комплексу.

Основним чинником, що впливає на вибір місця водозабірної споруди для господарсько-питних цілей, є санітарний стан місцевості, зокрема можливість організації зони санітарної охорони. Тому при виборі джерелом водопостачання річки водозабірні споруди слід розташовувати за течією річки обов'язково вище населених пунктів і промислових об'єктів, які можуть забруднювати їх. Враховуючи це, іноді доводиться водозабірні споруди відносити на значні відстані від населеного пункту.

Контрольні питання

1. Назвіть види джерел водопостачання.
2. Які вимоги ставлять до джерел водопостачання?
3. Охарактеризуйте поверхневі джерела водопостачання.
4. Охарактеризуйте підземні джерела водопостачання.
5. Як формуються підземні води?
6. Поясніть схему залягання підземних вод.
7. Які існують види підземних вод?
8. Який вид підземних вод є найбільш захищеним від проникання забруднення з поверхні?

9. Які водозабірні споруди використовують для прийому води з поверхневих джерел?
10. Які умови використання і принцип роботи берегових водозаборів?
11. Які умови використання і принцип роботи руслових водозаборів?
12. Які умови використання і принцип роботи комбінованих водозаборів?
13. В яких випадках використовують ковшові водозабори? Як вони працюють?
14. Які водозабірні споруди використовують для прийому води з підземних джерел?
15. Які вимоги щодо розташування водозаборів питної води з підземних джерел?
16. Як облаштовують шахтні колодязі для постачання питної води з підземних джерел?
17. Як облаштовують свердловини (трубчасті колодязі) для постачання питної води з підземних джерел?
18. Як облаштовують горизонтальні й променеві водозабори для постачання питної води з підземних джерел?
19. Яке призначення і принцип роботи каптажних споруд?

Змістовий модуль 2 Комунальне та промислове водне господарство

Тема 4 СИСТЕМИ І СХЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

Водопостачання – це забезпечення водою різних водоспоживачів (населених пунктів, виробничих підприємств та інших об'єктів) для задоволення господарсько-питних, технологічних і протипожежних потреб. Комплекс інженерних споруд, які виконують завдання водопостачання, називають *системою водопостачання або водопроводом*.

Централізована система водопостачання населеного пункту або промислового підприємства має забезпечувати прийом води з джерела в необхідній кількості, її очищення, якщо це необхідно (тобто доведення її якості до потрібного рівня показників), передачу до обслуговуваного об'єкта і подачу споживачу під необхідним напором (тиском).

Кожна водопровідна мережа має забезпечувати подачу споживачам достатньої кількості доброякісної води під певним напором, надійність і безперебійність цієї подачі, а також економічність системи водопостачання. Перші дві умови можуть бути дотримані відповідною конфігурацією водопровідної мережі та добором діаметрів труб, а третя – вибором найбільш раціональної схеми водопостачання, матеріалу та потужності окремих водопровідних споруд.

Конфігурація водопровідних мереж залежить від планування об'єкта водопостачання, наявності природних та штучних перешкод, призначення водопроводу і вимог щодо надійності водопостачання.

Контрольні питання

1. Що називається водопостачанням? Які споруди входять до складу водопроводу?
2. Які основні завдання повинна виконувати система водопостачання?
3. Яке призначення водозабірних споруд?
4. Яке призначення водопідіймальних споруд?
5. Яке призначення насосних станцій 1-го і 2-го підйому?
6. Яке призначення очисних комплексів систем водопостачання?
7. Яке призначення магістральних водоводів?
8. Яке призначення розподільних мереж?
9. Які бувають регулюючі й запасні ємкості?
10. Як класифікують системи водопостачання?
11. Поясніть загальну схему водопостачання населеного пункту.
12. Як класифікують споживачів води?
13. Які вимоги ставлять різні категорії споживачів до використовуваної води?
14. Від яких параметрів залежить норма господарсько-питного водоспоживання?
15. Як (за яким документом) визначити норму господарсько-питного водоспоживання?
16. Як визначається норма технологічного водоспоживання?
17. Як визначається норма водоспоживання для протипожежних цілей?
18. Який режим водоспоживання води населеним пунктом в розрізі доби?
19. Від яких параметрів залежить необхідний напір у мережі?
20. Як розрахувати вільний напір для житлової будівлі?
21. Який максимальний гідростатичний напір в мережі господарсько-питного водопроводу?
22. Назвіть трубопроводи системи водопостачання відповідно до їх функцій.
23. Для чого призначені водоводи?
24. Для чого призначені магістральні водопровідні мережі?
25. Для чого призначені розподільні водопровідні мережі?
26. Для чого призначені дрібні водопровідні мережі?
27. Від чого залежать діаметри труб водопровідних мереж?
28. Від чого залежить конфігурація водопровідних мереж?
29. Назвіть конфігурації водопровідних мереж.
30. Який вид водопровідної мережі є найбільш економічним за будівельною вартістю?
31. Який вид водопровідної мережі забезпечує найбільшу надійність?
32. Що таке «трасування мереж»?
33. Які вимоги необхідно забезпечувати під час трасування водоводів?
34. Які гідротехнічні споруди використовують під час створення водоводів?
35. Як влаштовують дюкери?
36. Які труби застосовують під час влаштування водопровідних мереж?

37. Охарактеризуйте сталеві труби.
38. Охарактеризуйте чавунні труби.
39. Охарактеризуйте залізобетонні труби.
40. Охарактеризуйте азбестоцементні труби.
41. Охарактеризуйте труби з полімерних матеріалів.
42. Як проєктують перетинаються водоводів із залізничним полотном або автошляхом?
43. Назвіть види арматури водопровідних мереж.

Тема 5 ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ ПРИРОДНОЇ ВОДИ

Якість природної води характеризується фізико-хімічними властивостями і бактерійними забрудненнями.

Характер і обсяг заходів щодо очищення води мають обиратися в результаті зіставлення якісних характеристик води даного джерела з тими вимогами, які ставлять споживачі до якості води.

Вимоги до якості *господарсько-питної* води диктуються турботою про охорону здоров'я людей і лімітуються Державними санітарними правилами і нормами (ДержСанПіН) «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

Питна вода, призначена для споживання людиною, повинна відповідати таким гігієнічним вимогам: бути безпечною в епідемічному і радіаційному відношенні; мати сприятливі органолептичні властивості та нешкідливий хімічний склад. Для виробництва питної води слід віддавати перевагу воді підземних джерел питного водопостачання населення, надійно захищених від біологічного, хімічного і радіаційного забруднення.

Методи поліпшення якості води і склад водоочисних споруд залежать від вимог, які ставить споживач до якості води, і від властивостей природної води.

Серед всього різноманіття способів поліпшення якості природної води виділяють такі:

- прояснення;
- знебарвлення;
- знезараження;
- спеціальні методи.

Контрольні питання

1. Що розуміють під якістю води?
2. Які показники визначають якість води?
3. Назвіть органолептичні показники якості води.
4. Як органолептичні показники якості впливають на стан питної води?
5. Назвіть хімічні показники якості води.
6. Як хімічні показники якості впливають на стан питної води?
7. Назвіть санітарно-бактеріологічні показники якості води.
8. Як санітарно-бактеріологічні показники якості впливають на стан питної води?
9. Які вимоги ставляться до якості господарсько-питної води?
10. Який документ регламентує якість питної води?

11. Назвіть основні показники питної води згідно з ДержСанПіН України.
12. У чому різниця між водопідготовкою і водоочищенням?
13. Назвіть основні методи очистки питної води.
14. В яких випадках можна вживати природну воду без очищення?
15. Які споруди входять до складу очисної станції підготовки господарсько-питної води?
16. Які є способи прояснення води? В яких апаратах вони здійснюються?
17. Які є способи знебарвлення води? Як вони здійснюються?
18. Які є способи знезараження води? Як вони здійснюються?
19. Охарактеризуйте схему очистки природної води з горизонтальними відстійниками і фільтрами.
20. Охарактеризуйте схему очистки природної води з прояснювачами із завислим осадом і фільтрами.
21. Охарактеризуйте схему очистки природної води з контактними прояснювачами.
22. Охарактеризуйте схему очистки природної води з подвійним фільтруванням.

Тема 6 СИСТЕМИ І СХЕМИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Внутрішні й зовнішні водовідвідні мережі є елементами сплавної каналізації, при якій рідкі, розчинені у воді забруднення транспортують на ОС для обробки за межі населених місць трубами і каналами, прокладеними під землею. Для невеликих споживачів (приватні будинки) використовується інший вид каналізації – вивізна. У цьому випадку тверді й рідкі забруднення збирають у водонепроникних приймачах (вигрібні ями) і періодично, в міру наповнення їх, вивозять для обробки. Вивізна каналізація економічно не вигідна, може бути використана тільки для збору невеликої кількості стічних вод і, на відміну від сплавної, не забезпечує належного санітарного стану території.

Воду, яку використовували для різних господарсько-побутових або виробничих потреб і яка змінила при цьому свої властивості, називають стічною, сюди ж відносяться дощові й талі води.

Комплекс інженерних споруд і санітарних заходів, призначених для збору стічних вод в місці утворення, відведення (транспортування) їх за межі обслуговуваного (каналізованого) об'єкта, очищення, знешкодження і знезараження стічних вод і утворюваних осадів, випуску очищених стічних вод у водоймища, називається *водовідвідною системою* або *каналізацією*.

Контрольні питання

1. Які основні завдання повинна виконувати система водовідведення?
2. Які вимоги ставляться до системи водовідведення?
3. Яке призначення мають внутрішньобудинкові каналізаційні пристрої і мережі?
4. Яке призначення мають внутрішньоквартальні й вуличні мережі?
5. Яке призначення мають колектори?
6. Які принципи прокладення головного колектору?
7. Яке призначення мають очисні комплекси систем водовідведення?

8. Поясніть загальну схему каналізування населеного пункту.
9. Яка різниця між вивізною й сплавною каналізацією?
10. Як класифікують стічні води?
11. Охарактеризуйте побутові стічні води.
12. Які забруднення характерні для побутових стічних вод?
13. Охарактеризуйте промислові стічні води.
14. Охарактеризуйте атмосферні стічні води.
15. Які є джерела забруднення поверхневого стоку?
16. Які забруднення характерні для виробничих та атмосферних стічних вод?
17. Як утворюються так звані «міські» стічні води?
18. Які забруднення за походженням характерні для різних видів стічних вод?
19. Які забруднення за фізичним станом характерні для різних видів стічних вод?
20. Назвіть системи водовідведення населеного пункту, дайте їх коротку характеристику.
21. Назвіть умови застосування кожного виду системи каналізації: загальносплавної, роздільної, напівроздільної, комбінованої.
22. Які умови вибору схеми каналізаційної мережі?
23. Назвіть схеми водовідвідних мереж населеного пункту, дайте їх коротку характеристику?
24. Накресліть та охарактеризуйте перпендикулярну схему каналізаційної мережі.
25. Накресліть та охарактеризуйте пересічену схему каналізаційної мережі.
26. Накресліть та охарактеризуйте паралельну схему каналізаційної мережі.
27. Накресліть та охарактеризуйте радіальну схему каналізаційної мережі.
28. Накресліть та охарактеризуйте зонну схему каналізаційної мережі.
29. Який режим руху стічних вод у водовідвідних мережах?
30. За якою послідовністю здійснюють складання проєкту каналізаційної мережі?
31. Від чого залежить глибина прокладання водовідвідних труб?
32. Для чого необхідно забезпечувати вентиляцію у каналізаційних трубопроводах та спорудах?
33. Для чого необхідно забезпечувати захист від корозії внутрішньої поверхні каналізаційних трубопроводів та споруд?
34. Які матеріали застосовують для виготовлення труб каналізаційної мережі?
35. Які вимоги ставлять до стічних вод у разі скидання їх у міську систему водовідведення?
36. Які стічні води забороняється скидати у міські системи водовідведення?
37. З якою метою проводять локальне очищення промислових стічних вод?

38. Які вимоги ставлять до стічних вод у разі скидання їх до водоймища?

39. Який вплив можуть вчинити недостатньо очищені стічні води в разі скидання їх до водоймища?

Тема 7 ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Відомі *механічний, біологічний і фізико-хімічний* методи очищення стічних вод, що дозволяють видалити з них певні види забруднень. *Знезараження (дезінфекцію)* стічних вод проводять з метою знищення патогенних бактерій, які містяться в них, і оберігання водоймищ від зараження стічними водами, що скидаються в них. Частково затримуються бактерійні забруднення і в спорудах з очищення стічних вод, що викликає необхідність періодичної дезінфекції цих споруд.

Звичайно *технологічна схема очищення міських стічних вод* включає в себе споруди для механічного й біологічного очищення, за необхідності – споруди для додаткового очищення (доочищення), знезаражування очищених стічних вод, обробки осадів, що утворюються під час очищення стічних вод.

Споруди для очищення стічних вод розташовують таким чином, щоб вода проходила їх послідовно – одне за одним. У спорудах для механічного очищення спочатку затримують найбільш важкі й крупні суспензії, а потім виділяють основну масу нерозчинених забруднень. У подальших спорудах для біохімічного очищення видаляють тонкі суспензії, що залишилися, колоїдні й розчинені забруднення, після чого проводять знезараження стічних вод.

Контрольні питання

1. З якою метою проводять очищення стічних вод?
2. Як класифікують способи очищення стічних вод? В яких випадках їх застосовують?
3. Які групи споруд входять до складу загальноміських очисних споруд?
4. У чому полягає суть механічного очищення стічних вод?
5. Назвіть споруди, де здійснюється механічне очищення стічних вод.
6. У чому полягає суть біологічного очищення води?
7. Назвіть способи біологічного очищення води.
8. У чому різниця між аеробними й анаеробними процесами очищення води?
9. Що таке активний мул?
10. Охарактеризуйте схему механічного очищення стічних вод.
11. Охарактеризуйте схему біологічного очищення стічних вод на полях зрошування.
12. Охарактеризуйте схему біологічного очищення стічних вод в аеротенках.
13. Які осади утворюються при очищенні стічних вод?

Тема 8 ПРОМИСЛОВІСТЬ ЯК УЧАСНИК ВОДОГОСПОДАРСЬКОГО КОМПЛЕКСУ

На кожному промисловому підприємстві вода використовується для різноманітних потреб, а саме:

- для технологічних цілей (виробництво продукції, обслуговування устаткування та ін.);
- для господарсько-питних потреб робітників і службовців;
- для побутових цілей (душові, прибирання);
- для потреб пожежогасіння.

Воду використовують у виробництві для найрізноманітніших цілей. Як основні категорії виробничого водоспоживання можуть бути названі: використання води для охолодження, промивки, зволоження, пароутворення, гідротранспорту, виготовлення продукції та ін.. Найбільшу кількість води, яка використовується у промисловості, витрачають для охолодження. У теплоенергетиці ця величина складає 85 % всіх витрат води.

Контрольні питання

1. Назвіть потреби, на які промислові підприємства використовують воду?
2. Охарактеризуйте основні категорії виробничого водоспоживання.
3. Від чого залежать вимоги до якості води, яку використовують для виробничого водоспоживання?
4. Назвіть джерела водопостачання промислових підприємств.
5. Охарактеризуйте системи виробничих водопроводів.
6. Опишіть роботу прямотечійних систем виробничого водопостачання.
7. Опишіть роботу оборотних систем виробничого водопостачання.
8. Опишіть роботу систем виробничого водопостачання з послідовним використанням води.
9. Наведіть приклад комбінованої системи виробничого водопостачання.
10. Чи можливе об'єднання водопроводів різного призначення для промислових підприємств?
11. Охарактеризуйте основні системи виробничої каналізації.
12. Назвіть групи стічних вод, які утворюються на промисловому підприємстві.
13. Охарактеризуйте виробничі стічні води, які утворюються на промисловому підприємстві.
14. Які фактори необхідно враховувати під час вибору системи водовідведення промислових підприємств?
15. Опишіть роботу загальносплавної системи водовідведення промислового підприємства.
16. Опишіть роботу роздільної системи водовідведення промислового підприємства.
17. Як працює роздільна система водовідведення з локальними очисними спорудами?
18. Як працює роздільна система водовідведення з повним оборотом виробничих вод?
19. Які є шляхи збереження свіжої води у промисловому водоспоживанні?

20. Назвіть основні напрями раціоналізації водокористування у промисловому секторі.

21. Охарактеризуйте пріоритетні напрями зниження водосмності виробництва.

Змістовий модуль 3 Види, методи і способи меліорацій

Тема 9 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО МЕЛІОРАЦІЮ ЗЕМЕЛЬ

Меліорація – це система організаційно-господарських і технічних заходів, спрямованих на докорінне поліпшення земель з метою створення найсприятливіших умов для розвитку сільського господарства або загального оздоровлення місцевості.

Меліорація підвищує родючість ґрунту, покращує його водний, повітряний, тепловий і сольовий режими, регулює мікроклімат в приземному шарі атмосфери, створює сприятливі умови для росту, розвитку рослин і отримання високих врожаїв, а також для кращого виробничого використання сільськогосподарських машин й механізмів.

Меліорація ґрунтів є одним з напрямків прикладної екології, в межах якого досліджуються, прогнозуються, моделюються і створюються нові ґрунтові й рослинні системи, де їхня діяльність спрямована на поліпшення геофізичних, геохімічних, санітарно-гігієнічних, біотичних, інтродукційних, просторових і естетичних характеристик екосистем.

Контрольні питання

1. Дайте визначення поняттю «меліорація».
2. Назвіть загальні задачі меліорації.
3. Якими є природно-кліматичні умови на території України?
4. Що представляє собою меліоративне природне середовище?
5. Назвіть види меліорацій.
6. У чому сутність та склад заходів гідротехнічних меліорацій?
7. У чому сутність та склад заходів агротехнічних меліорацій?
8. У чому сутність та склад заходів лісотехнічних меліорацій?
9. У чому сутність та склад заходів хімічних меліорацій?
10. У чому сутність та склад заходів культуртехнічних меліорацій?
11. У чому сутність та склад заходів теплових меліорацій?
12. Які землі можуть бути об'єктами сільськогосподарської меліорації?
13. Опишіть умови кліматичних зон України.
14. Дайте характеристику розвитку меліорацій у світі.
15. Дайте характеристику розвитку меліорацій в Україні.
16. Як розміщені осушені землі в Україні?
17. Як розміщені зрошувані землі в Україні?

Тема 10 ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ЗРОШЕННЯ ЗЕМЕЛЬ

Зрошення – це штучне зволоження ґрунту для одержання високих і стійких врожаїв сільськогосподарських культур. Поряд з ґрунтом під час зрошення зволожуються якоюсь мірою рослини і приґрунтовий шар повітря залежно від

технології поливу. У виробничих умовах зрошення здійснюють за допомогою комплексу гідротехнічних та інженерно-технічних споруд, що називається *зрошувальною системою*.

Зрошувальні меліорації являють собою комплекс господарських, інженерних та організаційних заходів, спрямованих на доставку і рівномірний розподіл води на сільськогосподарських угіддях, де в природних умовах води не вистачає. В основу зрошувальних меліорацій покладено гідротехнічні прийоми подачі води і перетворення її у ґрунтову вологу.

Економічна ефективність зрошення полягає в тому, що завдяки підвищенню ефективної родючості ґрунту під час зрошування збільшується виробництво сільськогосподарської продукції.

Контрольні питання

1. Дайте визначення поняттю «зрошення земель».
2. Що представляють собою зрошувальні меліорації?
3. Як зрошення впливає на показники сільськогосподарського виробництва?
4. Які особливості зволожувального зрошення?
5. Які особливості удобрювального зрошення?
6. Які особливості спеціального зрошення?
7. Дайте характеристику способів зрошення.
8. Охарактеризуйте поверхневий спосіб зрошення.
9. Охарактеризуйте зрошення дощуванням.
10. Охарактеризуйте дрібнодисперсне (аерозольне) зрошення.
11. Охарактеризуйте внутрішньоґрунтове зрошення.
12. Охарактеризуйте підземне зрошення.
13. Назвіть основні вимоги до способів і техніки поливу.
14. Як зрошення впливає на ґрунт, рослини, мікроклімат і врожайність сільськогосподарських культур?
15. Що представляє собою зрошувальна система?
16. Які вимоги має задовольняти регулярно діюча зрошувальна система?
17. Охарактеризуйте відкриті зрошувальні системи.
18. Охарактеризуйте закриті зрошувальні системи.
19. Охарактеризуйте комбіновані зрошувальні системи.
20. Які елементи входять до складу регулярно діючої зрошувальної системи?
21. Як проводять оцінку якості поливної води?
22. Як здійснюється санітарно-токсикологічна оцінка якості поливної води?
23. Як здійснюється меліоративна оцінка якості поливної води?
24. Як здійснюється комплексна меліоративна оцінка якості поливної води?
25. Оцініть можливість зрошення сільськогосподарських угідь стічними водами.

Тема 11 ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ОСУШЕННЯ ЗЕМЕЛЬ

Осушення – усунення надлишку води з поверхні землі, із ґрунтів і материнських порід. Воно проводиться в сільському й лісовому господарстві, під час будівництва доріг, аеродромів, промислових підприємств, при видобутку корисних копалин, освоєнні територій під міста й сільські населені пункти, для санітарного поліпшення місцевості та інших цілей.

Вимоги сільськогосподарського виробництва до водного режиму ґрунту визначають режим осушення, під яким розуміють найбільш сприятливий для рослин і використання сільськогосподарської техніки водний режим ґрунту. Цей режим створюють за допомогою меліоративних заходів.

Завдання осушувальних меліорацій – перетворення боліт із надлишковим зволоженням у родючі землі, що забезпечують одержання високих і стійких врожаїв сільськогосподарських культур.

Осушувальні меліорації доповнюють культуртехнічними роботами, що підвищують ефективну родючість ґрунту.

Контрольні питання

1. Що Ви розумієте під осушенням земель?
2. Назвіть завдання осушувальних меліорацій.
3. Охарактеризуйте типи водного живлення ґрунтів.
4. Які основні причини надлишкового зволоження ґрунтів?
5. Охарактеризуйте види надлишково зволених земель.
6. Які особливості мінеральних надлишково зволених земель?
7. Які особливості боліт і заболочених земель?
8. Що представляє собою торф?
9. Що називають болотом?
10. Як утворюється болото?
11. Охарактеризуйте методи осушення земель.
12. Охарактеризуйте способи осушення земель.
13. Що представляє собою осушувальна система?
14. Назвіть осушувальні системи за характером дії на водний режим ґрунту.
15. Назвіть осушувальні системи за способом відведення надлишкових вод з осушеної території у водоприймач.
16. Назвіть осушувальні системи за конструкцією.
17. Назвіть осушувальні системи за розміщенням осушувальної мережі на місцевості.
18. Як працюють осушувальні системи односторонньої дії?
19. Як працюють осушувальні системи з попереджувальним шлюзуванням?
20. Як працюють осушувальні системи двосторонньої дії?
21. Що представляють собою польдерні осушувальні системи?
22. Охарактеризуйте основні елементи меліоративних систем на осушуваних землях.
23. Яким має бути водний режим ґрунтів?
24. Для яких періодів встановлюють водний режим ґрунтів?

25. Якими показниками характеризується водно-повітряний режим ґрунтів?
26. Що представляє собою норма осушення?
27. Від яких параметрів залежить норма осушення?

Тема 12 МЕЛІОРАЦІЯ ЗЕМЕЛЬ НЕСІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Як правило під населені пункти вибирають території, які не затоплюються і не підтоплюються, але через розвиток і ріст їх кількості під забудову відводять нові території, які можуть бути перезволоженими.

Під *затопленням* розуміють покриття території шаром води в результаті підвищення рівня водотоку, водойми або вклинювання підземних вод.

Підтоплення – це таке положення ґрунтових вод чи сезонної верховодки, яке призводить до порушення господарської діяльності на даній території і при якому проявляється несприятлива дія води на підземні частини будинків і споруд, на ґрунти, а також на загальний санітарний стан території.

Під *інженерним захистом території* розуміють комплекс інженерних споруд, інженерно-технічних, організаційно-господарських і соціально-правових заходів, що забезпечують захист господарських об'єктів і території від затоплення і підтоплення, руйнування берегів і зсувів.

Під час видобування корисних копалин захисні заходи проводять з метою безпечного виконання гірських робіт і експлуатації родовищ. Ці заходи в основному включають захист гірських виробок від поверхневих і підземних вод із застосуванням водопониження, водозливу, регулювання поверхневого стоку при відкритих (кар'єри) і підземних (шахти) розробках родовищ твердих корисних копалин.

Контрольні питання

1. Які існують причини незадовільного стану земель населених пунктів?
2. Що розуміють під затопленням території?
3. Що розуміють під підтопленням території?
4. Які фактори впливають на перезволоження території?
5. Охарактеризуйте природні фактори перезволоження території.
6. Охарактеризуйте штучні фактори перезволоження території.
7. Що представляє собою інженерний захист території?
8. Які фактори має забезпечувати інженерний захист території?
9. Як оцінюють меліоративний режим забудованих територій?
10. Які методи гідромеліорації використовують під час проектування інженерного захисту населених пунктів?
11. Охарактеризуйте принцип влаштування водостічної мережі.
12. Як влаштовують підземні дренажі?
13. Назвіть види підземних дренажів за призначенням.
14. Назвіть види підземних дренажів за конструктивними особливостями.
15. Назвіть види підземних дренажів за розташуванням в плані.
16. Назвіть види підземних дренажів за ступенем гідродинамічної недовершеності.

17. Як здійснюють меліорацію земель промисловості?
18. Дотримання яких вимог є необхідним при інженерному захисті гірських виробок від поверхневих вод ?
19. Назвіть найбільш розповсюджені причини перезволоження земель обробної промисловості.
20. Як здійснюють меліорацію земель транспорту?
21. Як здійснюють водовідведення і дренаж на аеродромах?
22. Як здійснюють меліорацію земель лісового фонду?
23. З яких елементів складається лісоосушувальна система?
24. Як здійснюють осушення котеджних і дачних ділянок?
25. Які позитивні результати осушення котеджних і дачних ділянок?
26. Які проблеми виникають, якщо не проводити осушення котеджних і дачних ділянок?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. – Затверджено МОЗ України 12.05.2010. – Київ, 2010. – 25 с.
2. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013 . – 115 с.
3. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 113 с.
4. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 210 с.
5. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. – Чинний від 2014–10-23. – Київ, 2015. – 56 с.
6. Водний кодекс України / Введений Постановою ВРУ № 214/95-ВР від 06.06.95 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://surl.li/acvkr>, вільний (дата звернення 01.09.2021). – Назва з екрана.
7. Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління : Підручник для студентів вищих навч. закладів / А. В. Яцик, Ю. М. Грищенко, Л. А. Волкова, І. А. Пашенюк. – Київ : Генеза, 2007. – 360 с.
8. Основні засади управління якістю водних ресурсів та їхня охорона : навч. посібник / В. К. Хільчевський, М. Р. Забоклицька, Р. Л. Кравчинський, О. В. Чунар'ов / за ред. В. К. Хільчевського. – Київ : ВПЦ «Київський університет», 2015. – 155 с.
9. Савіна Н. Б. Формування водогосподарського комплексу у складі національної економіки на основі функціонального підходу / Н. Б. Савіна, Н. Е. Ковшун // Економічний вісник Запорізької державної інженерної академії. – Випуск 5 (11). – 2017. – С. 64–68.
10. Жук В. М. Особливості водогосподарських систем Харківської області / В. М. Жук // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та техногенної безпеки. – 2014. – Вип. XXXVI. – С. 152–164.
11. Гідротехнічні споруди : Навчальний посібник / М. М. Хлапук, Л. А. Шинкарук, А. В. Дем'янюк, О. А. Дмитрієва. – Рівне : НУВГП, 2013. – 241 с.
12. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води / А. К. Запольський. – Київ : Вища школа, 2005. – 674 с.

13. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод : підручник / А. К. Запольський, Н. А. Мішкова-Клименко, І. М. Астрелін та ін. – Київ : Лібра, 2000. – 552 с.
14. Тугай А. М. Водопостачання / А. М. Тугай, В. О. Орлов. – Рівне : РДТУ, 2001. – 429 с.
15. Орлов В. О. Водоочисні фільтри із зернистою засипкою / В. О. Орлов. – Рівне : НУВГП, 2005. – 163 с.
16. Орлов В. О. Технологія підготовки питної води : навч. посібник / В. О. Орлов, А. М. Орлова, В. О. Зошук. – Рівне : НУВГП, 2010. – 176 с.
17. Князькова Т. В. Вода як інструмент концепції більш чистого виробництва (Методичний посібник для оцінки водокористування на підприємствах) / Т. В. Князькова. – Київ : Центр ресурсоефективного та чистого виробництва, 2016. – 28 с.
18. Лозовіцький П. С. Меліорація ґрунтів та оптимізація ґрунтових процесів. Підручник / П. С. Лозовіцький. – Київ, 2014. – 528 с.
19. Лозовіцький П.С. Водні та хімічні меліорації ґрунтів : навчальний посібник / П. С. Лозовіцький. – Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. – 276 с.
20. Основи гідромеліорацій : навч. посібник / А. М. Рокочинський, Г. І. Сапсай, В. Г. Муранов, П. І. Мендусь, А. С. Теслюкевич. – Рівне : НУВГП, 2014. – 255 с.
21. Схеми дренажних систем [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://surl.li/adsup>, вільний (дата звернення 01.09.2021). – Назва з екрана.

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Вихідні дані для виконання РГР

| | Вихідні дані | Варіанти | | | | | | | | | |
|----|---|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | Чисельність населення, тис. осіб | 156,72 | 259,84 | 145,92 | 657,42 | 145,96 | 135,26 | 486,35 | 187,56 | 728,00 | 127,68 |
| 2 | Норма добового водоспоживання на 1 мешканця населеного пункту, л/добу | 210 | 220 | 215 | 260 | 255 | 220 | 300 | 240 | 320 | 260 |
| 3 | α_{\max} | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,2 |
| 4 | α_{\min} | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,4 |
| 5 | Невраховані витрати, % | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 6 | Площа вулиць та майданів, тис. м ² | 530,6 | 487,3 | 459,6 | 781,3 | 458,2 | 459,6 | 257,6 | 485,2 | 786,4 | 258,9 |
| 7 | Площа зелених насаджень, тис. м ² | 324,6 | 297,6 | 385,2 | 654,9 | 259,7 | 486,1 | 221,3 | 304,6 | 529,4 | 236,7 |
| 8 | Норма витрати води на поливання вулиць та майданів, л/м ² | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,4 |
| 9 | Норма витрати води на поливання зелених насаджень, л/м ² | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 |
| 10 | Кількість поливань вулиць та площ | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 11 | Кількість поливань зелених насаджень | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 12 | Промислове підприємство (визначається за приведеним номером за Додатком Б) | 5 | 18 | 22 | 41 | 36 | 25 | 6 | 29 | 7 | 33 |
| 13 | Кількість робітників: | | | | | | | | | | |
| | загальна, осіб | 3 600 | 2 500 | 4 100 | 2 700 | 3 100 | 1 900 | 2 300 | 3 400 | 1 800 | 2 600 |
| | 1 зміна, % | 50 | 70 | 60 | 50 | 60 | 70 | 50 | 40 | 70 | 60 |
| | 2 зміна, % | 30 | 20 | 15 | 35 | 25 | 20 | 35 | 35 | 15 | 25 |

Продовження таблиці А.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----|--|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | З зміна, % | 20 | 10 | 25 | 15 | 15 | 10 | 15 | 25 | 15 | 15 |
| | у гарячих цехах, % | 30 | 20 | 10 | 40 | 30 | 20 | 10 | 40 | 30 | 20 |
| | у холодних цехах, % | 70 | 80 | 90 | 60 | 70 | 80 | 90 | 60 | 70 | 80 |
| | приймають душ, % | 40 | 50 | 60 | 70 | 40 | 50 | 60 | 70 | 40 | 50 |
| 14 | Продуктивність підприємства, одиниць продукції за добу | 3,5 | 50 | 12 | 8 | 21 | 9 | 20 | 4,9 | 17 | 3 |
| 15 | Тривалість роботи підприємства, год./добу | 16 | 24 | 16 | 24 | 16 | 24 | 16 | 24 | 16 | 24 |
| 16 | Поверховість забудови населеного пункту | 5 | 6 | 7 | 5 | 6 | 7 | 5 | 6 | 7 | 5 |
| 17 | Характеристика виробничої споруди: | | | | | | | | | | |
| | ширина будівлі, м | 36 | 60 | 24 | 72 | 30 | 66 | 48 | 78 | 36 | 66 |
| | ступінь вогнестійкості | II | I | III | II | IV | I | I | II | III | I |
| | категорія виробництва за пожежною безпекою | A | A | B | Г | Д | Д | Е | В | Г | Б |
| | об'єм споруди, тис. м ³ | 52 | 85 | 16 | 110 | 12 | 350 | 210 | 45 | 53 | 210 |

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Питомі витрати води на виробничі потреби деяких промислових підприємств

| № з/п | Найменування промислових підприємств | Од. виміру | Норма, м ³ | |
|-------|--------------------------------------|------------------|-----------------------|-----------------|
| | | | водоспожи-вання | водовідве-дення |
| 1 | М'ясокомбінат | 1 т м'яса | 10,0 | 10,0 |
| 2 | Ковбасна фабрика | 1 т продукції | 6,0 | 6,0 |
| 3 | Завод м'ясних консервів | - " - | 9,0 | 9,0 |
| 4 | Завод овочевих консервів | - " - | 10,0 | 10,0 |
| 5 | Завод рибних консервів | - " - | 11,0 | 11,0 |
| 6 | Маргариновий завод | - " - | 15,0 | 15,0 |
| 7 | Молочний завод | - " - | 15,0 | 15,0 |
| 8 | Кондитерська фабрика | - " - | 8,0 | 8,0 |
| 9 | Цукрово-рафінадний завод | - " - | 5,0 | 5,0 |
| 10 | Цукровий завод | - " - | 85,0 | 85,0 |
| 11 | Хлібозавод | - " - | 1,7 | 1,0 |
| 12 | Макаронна фабрика | - " - | 1,5 | 0,15 |
| 13 | Миловарний завод | - " - | 11,0 | 11,0 |
| 14 | Парфумерна фабрика | - " - | 0,8 | 0,8 |
| 15 | Фабрика первинної обробки вовни | - " - | 40,0 | 40,0 |
| 16 | Овчинно-шубний завод | 1 овчина | 0,15 | 0,15 |
| 17 | Хутряні фабрики | 1 т сировини | 120,0 | 120,0 |
| 18 | Шкіряні заводи | 1 шкіра | 1,5 | 1,5 |
| 19 | Взуттєві фабрики | 1000 пар | 32,0 | 32,0 |
| 20 | Тонкосукняна фабрика | 1 т продукції | 280,0 | 280,0 |
| 21 | Фабрики грубого сукна | - " - | 360,0 | 360,0 |
| 22 | Фарбувально-вибілювальні фабрики | - " - | 400,0 | 400,0 |
| 23 | Ткацькі фабрики | 1 т пряжі | 0,8 | 0,8 |
| 24 | Пральний комбінат | 100 кг білизни | 5,0 | 5,0 |
| 25 | Завод гумових виробів | 1 т продукції | 160,0 | 160,0 |
| 26 | Скляний завод | - " - | 4,0 | 4,0 |
| 27 | Чавунне лиття для верстатів | 1 т лиття | 4,5 | 4,0 |
| 28 | Верстати фрезерні | - " - | 2,0 | 1,8 |
| 29 | Виробництво болтів і заклепок | - " - | 1,25 | 1,1 |
| 30 | Лиття для насосів, засувок | 1 т лиття | 2,5 | 2,3 |
| 31 | Завод легкових автомобілів | 1 автомобіль | 300,0 | 270,0 |
| 32 | Завод вантажних автомобілів | - " - | 85,0 | 76,5 |
| 33 | Тракторний завод | 1 трактор | 45,0 | 40,5 |
| 34 | Завод керамічних виробів | 1 т продукції | 0,5 | 0 |
| 35 | Канатний завод | - " - | 2,0 | 2,0 |
| 36 | Борошномельний завод | - " - | 2,51 | 2,51 |
| 37 | Радіаторний завод | 1000 шт. | 44,0 | 44,0 |
| 38 | Завод склоблоків | - " - | 9,5 | 9,5 |
| 39 | Рибокомбінат | 1 т продукції | 11,6 | 11,6 |
| 40 | Завод пластмас | - " - | 90,0 | 90,0 |
| 41 | Щебенекий завод | 1 м ³ | 0,42 | 0,42 |
| 42 | Підшипниковий завод | 1000 шт. | 23,3 | 23,3 |
| 43 | Коксохімічний завод | 1 т продукції | 10,0 | 10,0 |
| 44 | Сировиробничий завод | - " - | 4,0 | 4,0 |

ДОДАТОК В

Зразок оформлення титульного аркуша розрахунково-графічної роботи

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА**

Кафедра водопостачання, водовідведення і очищення вод

РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА

з дисципліни «Водна інженерія та водні технології»

**на тему «Оцінка водокористування учасників
водогосподарського комплексу»**

Здобувача освіти 2 курсу гр. _____
Спеціальність 194 – Гідротехнічне
будівництво, водна інженерія та водні
технології
Іванова І. І.

Керівник: доц. К. Б. Сорокіна

Національна шкала _____
Кількість балів: _____ Оцінка: ЄКТС _____

Члени комісії _____

Харків – 2021

Виробничо-практичне видання

Методичні рекомендації
до проведення практичних занять,
виконання розрахунково-графічної роботи та
організації самостійної роботи
з навчальної дисципліни

«ВОДНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ВОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

*(для здобувачів вищої освіти всіх форм навчання
першого (бакалаврського) рівня
за спеціальністю 194 – Гідротехнічне будівництво,
водна інженерія та водні технології)*

Укладач: **СОРОКІНА** Катерина Борисовна

Відповідальний за випуск *Г. І. Благодарна*

Редактор *О. А. Норик*

Комп'ютерне верстання *К. Б. Сорокіна*

План 2021, поз. 163 М

Підп. до друку 23.09.2021. Формат 60 × 84/16.
Електронний документ. Ум. друк. арк. 4,8.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.