

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля

КАФЕДРА БУДІВНИЦТВА, УРБАНІСТИКИ ТА ПРОСТОРОВОГО ПЛАНУВАННЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять

з дисципліни

«Мережі та споруди водопостачання та водовідведення населених міст»

*(для здобувачів вищої освіти спеціальності 192
Будівництво та цивільна інженерія)*

(Електронне видання)

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні кафедри будівництва,
урбаністики та просторового
планування

Протокол № 7 від 28.01.2022 р.

Сєвєродонецьк 2022

УДК 628 (075.8)

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Мережі та споруди водопостачання та водовідведення населених міст» (для здобувачів вищої освіти спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія) (Електронне видання) /Уклад.: Н.І. Білошицька. – Сєвєродонецьк: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2022. – 86 с.

Методичні вказівки спрямовані на засвоєння здобувачами вищої освіти теоретичного матеріалу з дисципліни «Мережі та споруди водопостачання та водовідведення населених міст».

Методичні вказівки призначені для практичного опрацювання матеріалу, необхідного при вивченні дисципліни. Містять основні рекомендації до проєктування джерел водопостачання, раціонального їх використовувати і охорони від забруднень, проєктування системи забору, мереж і споруд постачання води для господарсько-питних та інших цілей життєдіяльності населення; проєктування мереж і споруд водовідведення.

Методичні вказівки призначені для здобувачів вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» усіх форм навчання.

Укладач: Н.І. Білошицька – к.т.н., доцент кафедри БУПІ

Рецензент: Г.О. Татарченко – д.т.н., професор, завідувач кафедри БУПІ

ЗМІСТ

Вступ	4
Практичне заняття 1	5
Питання для самоконтролю	13
Практичне заняття 2	14
Приклади розв'язання завдань	26
Питання для самоконтролю	29
Практичне заняття 3	30
Приклади розв'язання завдань	31
Питання для самоконтролю	32
Практичне заняття 4	32
Приклади розв'язання завдань	41
Питання для самоконтролю	45
Практичне заняття 5	45
Приклади розв'язання завдань	48
Питання для самоконтролю	52
Практичне заняття 6	53
Питання для самоконтролю	58
Практичне заняття 7	59
Питання для самоконтролю	71
Практичне заняття 8	71
Приклади розв'язання завдань	74
Питання для самоконтролю	78
Практичне заняття 9	79
Приклади розв'язання завдань	80
Питання для самоконтролю	80
Практичне заняття 10	81
Питання для самоконтролю	82
Література	83

ВСТУП

Наведені в методичних вказівках матеріали спрямовані на формування у здобувачів вищої освіти знань і навичок при підготовці спеціалістів уявлень про мережі та споруди водопостачання та водовідведення як частину містобудівного проектування. Зміни, що відбуваються, призводять до виникнення нового будівельного мислення, яке повинно базуватись на аналізі позитивних і негативних проявів попередніх періодів, а також на результатах минулих досліджень. Цьому повинен сприяти навчальний процес, курс лекцій та практичні заняття, на яких засвоюється інформація про вимоги державних стандартів до систем водопостачання і водовідведення; класифікацію та основні характеристики систем і схем зовнішнього водопостачання і водовідведення населених пунктів, житлових і промислових об'єктів; принципи вибору системи й схеми водопостачання і водовідведення об'єкта; визначення розрахункових параметрів систем забору, подачі та приготування води різної якості для потреб водопостачання; визначення розрахункових параметрів систем відведення і очищення стічних вод від різних споживачів; основні принципи влаштування санітарно-технічного обладнання будинків та споруд. Дисципліна «Мережі та споруди водопостачання та водовідведення населених міст» є частиною підготовки магістрів за спеціальністю «Будівництво та цивільна інженерія».

Знання і навички, набуті при вивченні дисципліни, спрямовані на використання майбутніми фахівцями у професійній діяльності сучасних методів проектування мереж та споруд водопостачання та водовідведення, застосовуваних у європейській практиці, для вирішення питань щодо забезпечення населення міста необхідними ресурсами та системою водопостачання та водовідведення.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 1

Водопостачання міст

1.1. Водогосподарський баланс, складання водогосподарського балансу

Водогосподарський баланс (ВГБ) – кількісне співвідношення між водними ресурсами і потребами води в межах будь-якого економічного району або фізико-географічного регіону за певний період з урахуванням господарств, діяльності людини. Водогосподарський баланс зазвичай складають для умов середнього по водності і маловодного (забезпеченістю до 95%) року.

У сучасному господарстві головними споживачами води є промисловість, сільське господарство і комунально-побутові служби. Вони забирають з природних і штучних водойм для своїх потреб певні об'єми води, які складають водозабір.

Неодноразове використання одного і того ж об'єму води скорочує водозабір, але змушує ввести в водогосподарський баланс (ВХБ) ще одну категорію – водоспоживання – загальний об'єм води, який використовують даною галуззю господарства за певний відрізок часу.

У сфері комунального господарства водоспоживання і водозабір рівні між собою, тому що оборотне водопостачання в даній галузі на сучасному рівні практично не здійснюється. У промисловості водозабір виявляється набагато нижче водоспоживання за рахунок застосування замкнених циклів водопостачання, коли з джерел вода забирається лише для компенсації безповоротних втрат.

У сільському господарстві водоспоживання теж може кількісно перевищувати водозабір із джерел, оскільки для зрошення часто використовуються органічні стоки міських комунальних систем або частково очищені відпрацьовані води деяких промислових підприємств.

В таких умовах доволі відчутно проявляється дефіцит водозапасів, особливо в країнах з сезонним стоком; щоб знизити його гостроту застосовуються

різноманітні водозберігаючі технології і багаторазове водокористування. В результаті об'єм водозабору на потреби енергетичних і промислових об'єктів становить менше 50% загального промислового водокористування.

Водозбір кількісно змінює об'єми стоку і трансформує його режим. Неприятливі природні властивості стоку – нерівномірність за часом, значні витрати на випаровування або інфільтрацію – долаються гідротехнічними методами. Для регулювання паводкових або талих вод, що проходять по річкових руслах, створюються водосховища сезонного або багаторічного регулювання стоку, в яких накопичуються значні об'єми вод, відчутно збільшуючи водозапаси місцевості.

У загальному вигляді стан балансу по поверхневим і підземним водам має вид:

$$Q_1 + Q_2 \pm Q_3 - Q_4 + Q_5 + Q_6 - Q_7 - Q_8 - T + G \geq 0 \quad (1.1)$$

де Q_1 – обсяг поверхневих вод, що надходять в джерело;

Q_2 – обсяг поверхневих вод, що формуються на ділянці водозабору;

$\pm Q_3$ – спрацьовування (+) або наповнення (–) ставків і водосховищ;

Q_4 – відбір поверхневих вод на ділянці водозабору;

Q_5 – надходження води на ділянку ззовні штучними каналами або трубопроводами;

Q_6 – витрата зворотних, стічних і ін. вод;

Q_7 – втрати в водосховищах і ставках в результаті випаровування (5-8% від витрати Q_3);

Q_8 – перекидання води за межі ділянки водозабору;

T – транзитний стік в кінці ділянки водозабору;

G – експлуатаційні запаси підземних вод на ділянці водозабору.

Якщо ВГБ в результаті розрахунку вийшов більше 0, тобто позитивний баланс, це говорить про те, що наявні водні ресурси в більш менш задовольняють потребам водоспоживачів. В разі негативного водного балансу необхідно

передбачити заходи щодо скорочення споживання води або по збільшенню запасів даного джерела (наприклад, за рахунок використання підземних вод, перекидання стоків, скорочення водоспоживання за рахунок оборотного водопостачання та інших заходів).

Для складання водних балансів і планів експлуатації поверхневих джерел – річок і водосховищ, а також оперативного регулювання їх режиму складають довгострокові і короткострокові прогнози.

Для джерел, що використовуються з метою водопостачання, роблять наступні експлуатаційні прогнози:

- стоку і рівнів води;
- терміну, величини і інтенсивності весняного паводку;
- термінів льодоставу і розкриття річок;
- якості води в річці або водосховищі;
- цвітіння води.

Експлуатаційні прогнози повинні містити такі можливі, а також гарантійні величини: гідрологічні елементи і дати явищ в умовах планованого водогосподарського плану використання річки або водосховища; середній ймовірний, а також найбільший і найменший можливі об'єми паводку і витрат річки (кількість води, що протікає в одиницю часу); за якісними показниками – загальний сольовий склад (щільний залишок) і жорсткість води.

Прогнози природного припливу води і її якості складають на кожен місяць.

Прогноз стоку за методом аналогії і зв'язку засновують на оцінці ходу попереднього режиму річки за характерними факторами, що створює цей режим: опадами, температурою повітря, при якій відбувається випаровування, витрат і рівнями води та ін.

$$W_{\text{сер}} = \frac{MF \cdot 31536000}{100}, \text{ м}^3 \quad (1.2)$$

де $W_{\text{сер}}$ – середній річний стік;

M – модуль стоку з 1 км² водозбірній площі, л / с;

F – площа водозбору річки, км².

Прогнози терміну, величини і інтенсивності весняного стоку (повені) зазвичай складають співробітники гідрометеорологічної служби.

Користуючись прогнозом гідрометеорологічної служби за величиною стоку x , мм, стовпа води, визначають передбачуваний сумарний об'єм стоку або приплив води у водосховищі за період весняного водопілля:

$$W_{\text{всс}} = xF \cdot 1000, \text{ м}^3 \quad (1.3)$$

де F – площа водозбору водосховища, км².

Прогноз очікуваних термінів появи шуги, осіннього льодоходу на річках і льодоставу, так само як і терміни розкриття рік, складається гідрометеорологічною службою.

Кількісний баланс водосховища можна виразити наступною формулою:

$$W_{\text{пр}} + W_{\text{ст}} + W_{\text{п}} = V + W_{\text{вит}} + W_{\text{ф}} + W_{\text{вип}} + W_{\text{ск}}, \quad (1.4)$$

де V – об'єм води у водосховищі в будь-який час;

$W_{\text{пр}}$ – передбачуваний природний приплив води;

$W_{\text{ст}}$ – стічні води, що надходять від підприємств і міст;

$W_{\text{п}}$ – попуски води з розташованих вище водосховищ;

$W_{\text{вит}}$ – витрата (паркан) води на потреби водопостачання;

$W_{\text{ф}}$ – втрати води з водосховища фільтрацією;

$W_{\text{вип}}$ – втрати води з водосховища випаровуванням;

$W_{\text{ск}}$ – скидання води в разі її надлишку або для поповнення розташованого нижче водосховища.

Так як у формулі (1.4) $V = \text{const}$, то формулу можна записати у вигляді:

$$\Sigma W_{\text{пр}} = V + \Sigma W_{\text{вит}} \quad (1.5)$$

де $\Sigma W_{\text{пр}}$ – прихід води;

$\Sigma W_{\text{вит}}$ – витрата води;

Користуючись лабораторними аналізами складу вод, що притікають в водосховище і відбувають з нього, можна визначити якість води в водосховище (сольовий склад) виходячи з балансу:

$$W_{\text{пр}}C_{\text{пр}} + W_{\text{ст}}C_{\text{ст}} + W_{\text{п}}C_{\text{п}} = (V + W_{\text{вит}} + W_{\text{ф}} + W_{\text{вип}} + W_{\text{ск}}) C \quad (1.6)$$

де $C_{\text{пр}}$ – сухий залишок (загальний сольовий склад) води, що притікає;

$C_{\text{ст}}$ – то ж, стічної води, що надходить від підприємств;

$C_{\text{п}}$ – то ж, води що надходить з вищерозташованих водосховищ;

C – загальний сухий залишок у воді водосховища.

Цей баланс показує, що кількість солей, які притікають з водою в водосховище, витрачається разом з водою, солі ж води, що випарувалася залишаються в водосховище і все більше підвищують сухий залишок (сольовий склад) води водосховища.

Якість води у водосховищі визначають з рівняння:

$$VC = \Sigma W_{\text{пр}}C_{\text{пр}} - \Sigma W_{\text{виб}}C_{\text{виб}}, \quad (1.7)$$

де V – об'єм води, м^3 ;

C – сухий залишок (загальний сольовий склад), $\text{г} / \text{м}^3$, або кількість солей, т

$$g = g_{\text{пр}} - g_{\text{виб}} \quad (1.8)$$

Знаючи кількість солей g , що містяться в даному об'ємі води V , можна обчислити

$$C = \frac{g}{V}, \text{ г} / \text{м}^3 \text{ (мг} / \text{дм}^3) \quad (1.9)$$

Сухий залишок у свою чергу можна розкласти з відомим наближенням на ряд складових: жорсткість води загальну $J_{\text{заг}} = m_1C$ і лужність загальну $L_{\text{заг}} = m_2C$, хлориди $Cl^- = m^3C$, сульфати $SO_3^{2-} = m_4C$ та ін.

Перекладний коефіцієнт m – величина для кожного водосховища майже постійна, що встановлюється на підставі лабораторних аналізів води.

$$C_{\text{водосх}} = f(K, C_{\text{пр}}) \quad (1.10)$$

де $C_{\text{водосх}}$ – шукана концентрація солей у воді водосховища, г / см³;

$C_{\text{пр}}$ – середньорічна концентрація солей у воді припливу за гідрологічний рік – від початку підйому рівня води у водосховищі, від початку паводка до кінця спаду в наступну межень (з урахуванням залишку солей в водосховище перед паводком);

K – коефіцієнт відносної ємності водосховища,

$$K = \frac{V_1}{V_2},$$

де V_1 – об'єм води у водосховищі на день визначення концентрації солей в ньому;

V_2 – максимальний об'єм води у водосховищі за розрахунковий гідрологічний рік.

Очевидно, внутрішньоводоймищні гідрохімічні процеси більш складні, ніж зазначені вище. Однак для практичних цілей розрахунок кількісного і якісного балансу водосховища на один гідрологічний рік є достатнім за наведеною вище методикою без особливого врахування внутрішньоводоймищних процесів.

1.2. Норми витрати води

Нормою витрати води або **нормою водоспоживання** називається кількість води, що витрачається даним споживачем за певний проміжок часу, або кількість води, необхідна для виробництва одиниці будь-якої продукції, – питома норма водоспоживання.

Споживання води населенням, підприємствами та різними іншими споживачами відбувається нерівномірно як протягом року, так і протягом більш коротких відрізків часу – доби і годин.

Нерівномірність споживання води характеризується величиною так званого коефіцієнта нерівномірності. Нерівномірність споживання води протягом року враховується величиною коефіцієнта добової нерівномірності ($K_{доб}$), чисельно рівного відношенню

$$K_{доб} = \frac{Q_{max\,доб.}}{Q_{ср.доб.}} \quad (1.11)$$

де $Q_{max\,доб.}$ – максимальна добова витрата в році;

$Q_{ср.доб.}$ – середня добова витрата за рік.

Нерівномірність споживання води протягом доби враховується величиною коефіцієнта нерівномірності ($K_{год}$), чисельно рівного відношенню

$$K_{доб} = \frac{Q_{max\,год.}}{Q_{ср.год.}} \quad (1.12)$$

де $Q_{max\,год.}$ – максимальна годинна витрата, що спостерігається протягом доби;

$Q_{ср.год.}$ – середня годинна витрата за добу.

Норми водоспоживання та коефіцієнти нерівномірності витрати води для різних категорій споживачів наведені в табл. 1.1...1.4.

Водопровідна мережа та всі споруди системи водопостачання повинні бути розраховані на кількість води, яка подається місту і промисловим підприємствам протягом доби за умови можливого найбільшого споживання під потрібним напором.

Розрізняють такі характерні витрати води, що відповідають основним категоріям споживачів: на господарсько-питні потреби населення міста; на комунальні потреби міста; для промислових підприємств; на пожежегасіння.

Таблиця 1.1

Норми водоспоживання для міст та селищ

Характер обладнання санітарно-технічними пристроями		Водоспоживання на одного мешканця, л/добу середньодобова (за рік)										
Внутрішній водопровід, каналізація та централізоване гаряче водопостачання		230...350										
Внутрішній водопровід, каналізація та ванни з газовими колонками		160...230										
Внутрішній водопровід і каналізація без ванн		125...160										
Значення коефіцієнтів годинної нерівномірності												
Кількість мешканців, тис. чол.	1	1,5	2,5	4	6	10	20	50	100	300	1000 і більш	
$\beta_{\text{макс.}}$	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,05	1	
$\beta_{\text{мін.}}$	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,85	1	

Таблиця 1.2

Витрата води на полив

Призначення води	Вимірювач	Витрати води на полив, л/м ²
Механізована мийка удосконаленого покриття проїздів та площ	1 мийка	1,2...1,5
Механізований полив удосконаленого покриття проїздів та площ	1 поливка	0,3...0,4
Полив вручну (із шлангів) удосконаленого покриття тротуарів і проїздів	Теж	0,4...0,5
Поливання міських зелених насаджень	Теж	3...4
Поливання газонів та квітників	Теж	4...6

Таблиця 1.3

Розрахункова кількість людей на одну душову сітку

Група виробничих процесів	Санітарні характеристики виробничих процесів	Кількість людей, які миються на одну душову сітку
I	а) Які не викликають забруднення одягу та рук	15
	б) Які викликають забруднення одягу та рук	7
II	в) З виділенням великої кількості пилу або особливо забруднених речовин	3
	г) З додатковою потребою води	5

Витрата води на зовнішнє пожежогасіння та розрахункова кількість одночасних пожеж

Кількість мешканців у населеному пункті, тис. осіб	Розрахункова кількість одночасних пожеж	Витрата води на зовнішнє пожежогасіння у населених пунктах, л/с	
		Забудова будинками висотою до 2-х поверхів незалежно від їх ступені вогнестійкості	Забудова будинками висотою 3-и поверхи та вище незалежно від їх ступені вогнестійкості
5	1	10	10
10	1	10	15
25	2	10	15
50	2	20	25
100	2	25	35
200	3	–	40
300	3	–	55
400	3	–	70
500	3	–	80
600	3	–	85
700	3	–	90
800	3	–	95
1000	3	–	100
2000	4	–	100

Питання для самоконтролю:

1. Назвіть основну задачу, яку вирішує складання водогосподарського балансу?
2. Наведіть основні види втрат води, які виникають при підготовці та транспортуванні її до споживача.
3. Наведіть характеристику видів втрат води в системах комунального водопостачання.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 2

Визначення витрати води на господарсько-питні потреби населення міста

2.1. Основні категорії водоспоживачів в населених пунктах

Проектування систем водопостачання будь-якого об'єкта починається з визначення необхідної кількості води для різних водоспоживачів. Всі види споживання води зводяться до кількох основних категорій.

До **першої категорії** належить господарсько-питне споживання води. Воно пов'язане з життєдіяльністю людей під час їхнього перебування в житлових будинках і громадських будівлях.

До **другої категорії** входять промислові підприємства, що використовують воду в технологічних процесах і для санітарно-гігієнічних, питних і господарських потреб.

До **третьої категорії** належить споживання води житлово-комунальними підприємствами для мийки вулиць, площ, на поливання зелених насаджень та ін.

Четверта категорія передбачає використання води на потреби пожежогасіння, яке носить епізодичний характер і вимагає забезпеченості запасу води. Крім того, необхідно враховувати споживання води і менших об'ємів порівняно із зазначеними, наприклад, на власні потреби водопровідної системи.

Облік всіх видів споживання неможливий без урахування вимог до якості використовуваної води для різних потреб і ступеня централізації системи водопостачання. Якщо для господарсько-питних потреб потрібна вода, що відповідає вимогам стандартів на питну воду, то для інших споживачів ці вимоги можуть носити специфічний характер. Вимоги до води для господарсько-побутових потреб, зазвичай, відповідають вимогам до якості питної води. У теперішній час для поливу територій та зелених насаджень в більшості міст використовується вода питної якості, хоча для цього доцільніше використовувати воду іншої якості.

Різноманіття умов використання води у виробництві зумовлює і різноманіття вимог до її якості. У будь-якому випадку вода, яка використовується в технологічних процесах, не повинна погіршувати якості продукції, що випускається, і порушувати технологічний режим експлуатації обладнання.

Вода для пожежогасіння не повинна містити механічні домішки, що забруднюють елементи протипожежної системи, і хімічні речовини, що негативно впливають на ефект використання води. Вода питної якості відповідає цим вимогам, але це не означає, що вода іншої якості не може бути використана для тих же цілей.

2.2. Норми водоспоживання

Питну воду як продукцію промислового виробництва можна розглядати як товарну продукцію галузі комунального водопостачання, яка регламентується ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» і ДСанПіН 383 «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання».

При виробництві й використанні 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 основні групи: споживчі, тобто втрати реалізованої товарної продукції, і 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.

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

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

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, які не враховані 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 невраховуваних витрат води їх об'єднують в одну групу дві супутні обставини. По-перше, всі вони є неоплаченим підприємству водопостачанням товарної продукції й, 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 їх появи. Наближена кількісна оцінка може бути зроблена тільки для деяких видів втрат води, наприклад, на промивання при аваріях трубопроводів. Це зумовлено тим, що до неврахованої належить продукція, яка витрачається на ділянці між двома основними пунктами контролю за витратою води – між витратомірами біля водоживильників, що реєструють загальну подачу води, і водолічильниками, що 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.

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. Всі інші витрати цієї групи, крім власне невраховуваних приладами, хоча і сукупно, але все-таки піддаються об'єктивній оцінці (хоча б за різницею показань витратомірів і водолічильників) і тому не є 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 їх обліку, оплати, оцінки величини і можливості усунення у різних елементах системи водопостачання (від місця видобутку до реалізації абонентам) наведена у табл. 2.1.

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 у порівнянні з установленими нормативами, цілеспрямовано домагатися зниження водоспоживання за рахунок зменшення частки нераціонального використання і витоків води.

При проектуванні 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.

Таблиця 2.1

Класифікація і характеристика втрат води в системах комунального водопостачання

Основні елементи системи водопостачання	Водозабірні споруди	Очисні споруди	Система подачі й розподілу води	Абоненти (житлові будинки, комунально-побутові, промислові та інші підприємства)
Види втрат води	Технологічні втрати сировини (води джерела)	Технологічні втрати товарної продукції (питної води)	Технологічні втрати товарної продукції (питної води): витоки, втрати при аваріях, промивання, розкрадання, пожежогасіння	Витоки і нераціональне використання води
Спосіб обліку втрат 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 усунуті, нераціональне використання скорочене

Крім того, в містах звичайно є ряд 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.

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. 2.1).

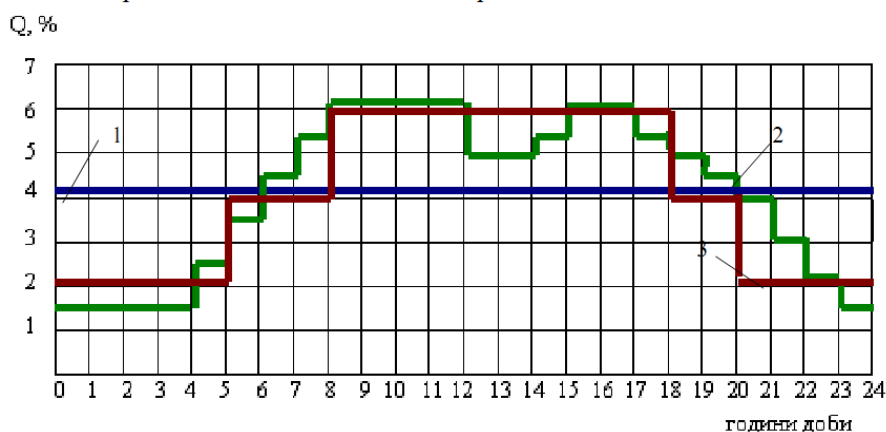


Рис. 2.1. Графік добового водоспоживання: 1 – режим роботи НС-I; 2 – режим водоспоживання; 3 – режим роботи НС-II

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.

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.

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

$$Q_{\text{макс.сек}} = \frac{Q_{\text{макс.год}}}{3,6}, \text{ л/с.}$$

Колівання 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.

При проектуванні 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 та ін. Чим вищий ступінь санітарно-технічного обладнання, тим більше буде споживання води; в жаркому кліматі водоспоживання буде більше, ніж в помірному або холодному та ін.

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 у ДБН В.2.5-74:2013 (п. 6.1). 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, кінотеатрах та ін.).

Витрата господарсько-питної води не є постійною і міняється за сезонами року. Тому при проектуванні 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% забраної води витрачається на ручний полив, 80%, що залишилися, – на механізований. Питома витрата води на поливання

$$Q_{\text{макс.доб}} = \frac{F \cdot q \cdot n}{1000}, \text{ м}^3/\text{добу}.$$

За відсутністю даних про площі за видами благоустрою (зелені насадження, проїзди та ін.) 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 промислового майданчика 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, розрахункового числа жителів, вогнестійкості споруд, щільності й характеру забудови.

2.3. Визначення коефіцієнтів нерівномірності водоспоживання

Основними факторами, які визначають режим роботи всіх елементів систем водопостачання, є режим витрат води населенням. Сумарне водоспоживання в місті складається з витрат на господарсько-питні потреби населення,

технологічні потреби промислових підприємств та потреби на пожежогасіння. Режим витрати води для промислових підприємств визначається відповідно до технології підприємства. Режим водоспоживання населених пунктів залежить від побутових факторів, зокрема режиму праці, життя та відпочинку населення.

Споживання води населенням протягом року нерівномірне. Також нерівномірне водоспоживання протягом доби та тижня.

Режим водопостачання повинен відповідати фактичним витратам води споживачами. Тому прогнозування режиму водоспоживання є важливим моментом проектування водопровідних мереж.

При проектуванні водопроводів промислових підприємств режим витрат води на промислові та господарчі потреби залежить від технології виробництва та його структури.

Режим водоспоживання – це процес витрачання води споживачами, що розглядається у розрізі часу. Для промислових підприємств режим водоспоживання на технологічні потреби встановлюється технологами основного виробництва залежно від виду технологічного процесу. Для сельбищної зони встановити заздалегідь абсолютно точне значення витрати води для будь-якого моменту часу неможливо. Не існує на сьогодні строгої аналітичної формули, яка б давала можливість обчислити точне значення витрати води як функцію часу, ступеня сантехнічного благоустрою, поверховості забудови, місцевих факторів, зв'язаних із життям і трудовою діяльністю мешканців, та інших факторів. Їх стільки багато, що витрати води у населеному місці можна оцінювати тільки статистичними методами. Ось чому водоспоживання населеного місця треба розглядати як випадковий процес.

Тобто у математичному відношенні витрати води – це випадкова величина, яка має свій закон розподілу. Якщо скористатись математичною статистикою та теорією випадкових процесів, можна зробити математичне представлення режиму водоспоживання на основі статистичних даних. Але таке представлення досить складне і не використовується в інженерних розрахунках.

Можливе використання такого представлення для прогнозування водоспоживання на достатньо короткі строки. Для інженерних розрахунків використовують так звані типові графіки водоспоживання та визначення режиму водоспоживання розраховують і будують графіки добового водоспоживання, враховуючи норми водоспоживання, в залежності від ступеня благоустрою будівель та приміщень.

При організації водопостачання населення враховується наявність й характер джерела води, його доступність, можливість одержати достатню кількість води потрібної якості. При виборі джерела води враховуються дебіт його і якість води, яка значною мірою визначається походженням і умовами формування, а також характером і ступенем її забруднення. При цьому необхідно також врахувати перспективи розвитку даного населеного пункту і його благоустрій.

Розраховуючи необхідну кількість води, враховують рівень санітарно-технічного благоустрою житла і доступність води. При децентралізованому водопостачанні на одного мешканця потрібно 30...50 дм³/добу, тоді як при централізованому водопостачанні – 80...420 дм³/добу. Відповідно до ДБН В.2.5-74:2013, норми води для районів жилої забудови населених місць залежать від доступності води, характеру водонагрівальних приладів і наявності каналізації.

Режим роботи окремих споруд системи водопостачання визначається режимом витрати води споживачами, що постійно змінюється в період експлуатації. Споживачі витрачають воду протягом року, доби й годин досить нерівномірно.

Для визначення витрат води в населеному пункті в різні пори року вводяться поняття коефіцієнтів добової нерівномірності водоспоживання, які враховують побут людей, режим роботи підприємств, ступінь благоустрою будинків, змін водоспоживання за сезонами року та днями тижня. Значення цих коефіцієнтів приймаються в наступних межах $K_{\text{макс.доб}} = 1,1 \div 1,3$; $K_{\text{мін.доб}} = 0,7 \div 0,9$.

Протягом доби також помітні досить значні коливання годинних витрат, явищами. Годинні витрати води споживачами коливаються протягом доби від $Q_{\max \text{ год.}}$ до $Q_{\min \text{ год.}}$.

Режим витрати води на господарсько-питні потреби в населених пунктах залежить від числа жителів, ступеня розвитку промисловості й ряду інших факторів і характеризується коефіцієнтами годинної нерівномірності водоспоживання, значення яких для населених пунктів визначають за наступними формулами

$$K_{\max.\text{год}} = \alpha_{\max.} \cdot \beta_{\max.}, \quad K_{\min.\text{год}} = \alpha_{\min.} \cdot \beta_{\min.},$$

Коефіцієнт α враховує ступінь благоустрою будинків, режим роботи підприємств і інші місцеві умови. Він приймається рівним: $\alpha_{\max.} = 1,2 \div 1,4$; $\alpha_{\min.} = 0,4 \div 0,6$.

Коефіцієнти годинної нерівномірності виробничого водоспоживання $K_{\max \text{ год.}}$ і $K_{\min \text{ год.}}$ встановлюються технологічним проектом підприємства.

Слід зазначити, що протягом години витрата води споживачами також нерівномірно. Однак облік цієї нерівномірності водоспоживання значно ускладнює розрахунок, не даючи істотного його уточнення. Тому в практиці проектування й розрахунку системи водопостачання з достатньої для практичних цілей точністю приймають рівномірну протягом години витрату води.

При визначенні витрати води на господарсько-питні потреби населення необхідно визначити кількість населення міста

$$N = F \cdot P \quad (1.1)$$

де: F – площа частини міста з тією чи іншою щільністю населення, га;

P – щільність населення, чол./га.

Розрахункову (середню за рік) добову витрату води на господарсько-питні потреби населення міста визначають за формулою

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

де: $q_{\text{ж}}$ – норма водоспоживання;

N – кількість населення в місті, осіб.

Розрахункові витрати води в добу найбільшого та найменшого водоспоживання

$$Q_{\text{макс.доб}} = K_{\text{макс.доб}} \cdot Q_{\text{макс.доб}}, \quad (1.3)$$

$$Q_{\text{мін.доб}} = K_{\text{мін.доб}} \cdot Q_{\text{мін.доб}}. \quad (1.4)$$

Коефіцієнт добової нерівномірності водоспоживання, що враховує уклад життя населення, режим роботи підприємств, ступінь благоустрою будинків, зміну водоспоживання за сезонами міста і дням тижня, необхідно приймати рівним

$$K_{\text{макс.доб}} = 1,1 \div 1,3;$$

$$K_{\text{мін.доб}} = 0,7 \div 0,9;$$

$$Q_{\text{макс.год}} = K_{\text{макс.год}} \cdot \frac{Q_{\text{макс.доб}}}{24}, \quad (1.5)$$

$$Q_{\text{мін.год}} = K_{\text{мін.год}} \cdot \frac{Q_{\text{макс.доб}}}{24}, \quad (1.6)$$

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

$$K_{\text{мін.год}} = \alpha_{\text{мін.}} \cdot \beta_{\text{мін.}}, \quad (1.8)$$

де: α – коефіцієнт, що враховує ступінь благоустрою будівель, режим роботи підприємств та інші місцеві умови, приймається: $\alpha_{\text{макс.}} = 1,2 \div 1,4$; $\alpha_{\text{мін.}} = 0,4 \div 0,6$;

β – коефіцієнт, що враховує кількість жителів в населеному пункті, що приймається за табл. 1 (практичне заняття 1).

Максимальний секундна витрата води

$$Q_{\text{макс.сек}} = \frac{Q_{\text{макс.год}}}{3,6}, \text{ л/с.} \quad (1.9)$$

Приклади розв'язання завдань

Приклад 1. Визначити витрати води на господарсько-питні потреби мешканців міста з щільністю населення $P=160$ осіб/га і площею житлової забудови – 1000 га. Будинки обладнані внутрішнім водопроводом, каналізацією та централізованим гарячим водопостачанням. Місто розташовано на північному сході України.

Рішення. Виходячи з природньо-кліматичних умов та ступеню благоустрою міста за табл. 1.1, приймаємо норму господарсько-питного водоспоживання на одного мешканця 290 л/доб.

При визначенні витрат води на господарсько-питні потреби населення міста необхідно визначити кількість населення: (1.3)

$$N = F \cdot P, \text{ осіб,}$$

де F – площа частини міста з тією чи іншою щільністю населення, га;

P – щільність населення, осіб/га.

$$N = 1000 \cdot 160 = 160000 \text{ осіб.}$$

Для розрахункової (середня за рік) добової витрати води на господарсько-питні потреби населення міста в м³/доб. у формулу

$$Q_{\text{сер.доб.}} = \frac{N \cdot q_{\text{ж}}}{1000}, \text{ м}^3/\text{доб.}$$

де $q_{\text{ж}}$ – норма водоспоживання;

N – кількість населення у місті, осіб.

підставляємо числа і одержуємо

$$Q_{\text{макс.доб.}} = \frac{160000 \cdot 290}{1000} = 46400 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

Розрахункову витрату води на добу найбільшого і найменшого водоспоживання знаходимо за формулами:

$$Q_{\text{макс.доб.}} = K_{\text{макс.доб.}} \cdot Q_{\text{сер.доб.}}$$

$$Q_{\text{мін.доб.}} = K_{\text{мін.доб.}} \cdot Q_{\text{сер.доб.}}$$

$$Q_{\text{год.макс.}} = 1,2 \cdot 1,05 \cdot \frac{51040}{24} = 1,26 \cdot \frac{51040}{24} = 2679,6 \text{ м}^3/\text{доб.},$$

$$Q_{\text{год.мін.}} = 0,4 \cdot 0,85 \cdot \frac{32480}{24} = 0,34 \cdot \frac{32480}{24} = 460,13 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

$$K_{\text{макс.доб.}} = 1,1 \div 1,3; K_{\text{мін.доб.}} = 0,7 \div 0,9$$

Розрахункову годинну витрату води визначаємо за формулами

$$Q_{\text{макс.год.}} = K_{\text{макс.год.}} \cdot \frac{Q_{\text{макс.доб.}}}{24}$$

$$Q_{\text{мін.год.}} = K_{\text{мін.год.}} \cdot \frac{Q_{\text{мін.доб.}}}{24}$$

з урахуванням формул

$$K_{\text{макс.год.}} = \alpha_{\text{макс.}} \cdot \beta_{\text{макс.}};$$

$$K_{\text{мін.год.}} = \alpha_{\text{мін.}} \cdot \beta_{\text{мін.}}$$

$$Q_{\text{год.макс.}} = 1,2 \cdot 1,05 \cdot \frac{51040}{24} = 1,26 \cdot \frac{51040}{24} = 2679,6 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$Q_{\text{год.мін.}} = 0,4 \cdot 0,85 \cdot \frac{32480}{24} = 0,34 \cdot \frac{32480}{24} = 460,13 \text{ м}^3/\text{год}.$$

де – коефіцієнт, що враховує ступінь благоустрою будівель, режим роботи підприємств та інші місцеві умови, приймають: $\alpha_{\text{макс.}} = 1,2 \div 1,4$; $\alpha_{\text{мін.}} = 0,4 \div 0,6$.

Коефіцієнт, що враховує кількість мешканців у місті β , приймаємо за табл. 1.1.

Максимальну секундну витрату води, розраховуємо за формулою

$$Q_{\text{макс.сек.}} = \frac{Q_{\text{макс.год.}}}{3,6}$$

$$Q_{\text{макс.сек.}} = \frac{2679,6}{3,6} = 744,3 \text{ л/с}.$$

Приклад 2. Площа житлової забудови міста складає 500 га. Розрахункова щільність населення – 180 осіб/га. Витрата води на господарсько-питне водоспоживання – 250 л/особу на добу середнього водоспоживання. Коефіцієнт добової нерівномірності водоспоживання $K_{\text{доб.}}=1,2$. Визначити витрати води на господарсько-питні потреби мешканців міста.

Рішення. При визначенні витрат води на господарсько-питні потреби населення міста необхідно знайти кількість населення

$$N = 180 \cdot 500 = 90000 \text{ осіб}.$$

Для розрахункової (середня за рік) добової витрати води на господарсько-питні потреби населення міста у відповідну формулу підставляємо числа і отримуємо

$$Q_{\text{макс.д}} = \frac{90000 \cdot 250}{1000} = 22500 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

Розрахункові витрати води на добу найбільшого та найменшого водоспоживання знаходимо за формулами

$$Q_{\text{макс.д}} = 1,2 \cdot 22500 = 27000 \text{ м}^3/\text{доб.};$$

$$Q_{\text{мін.д}} = 0,8 \cdot 22500 = 18000 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

Розрахункові годинні витрати води:

$$Q_{\text{год.макс.}} = 1,3 \cdot 1,1 \cdot \frac{27000}{24} = 1,43 \cdot \frac{27000}{24} = 1608,75 \text{ м}^3/\text{год.};$$

$$+ Q_{\text{год.мін.}} = 0,5 \cdot 0,7 \cdot \frac{18000}{24} = 0,35 \cdot \frac{18000}{24} = 262,5 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Коефіцієнт, що враховує кількість мешканців у місті β , приймаємо за табл.

1.1.

Максимальну секундну витрату води розраховуємо за формулою (1.11):

$$Q_{\text{макс.сек.}} = \frac{1608,75}{3,6} = 446,88 \text{ л/с.}$$

Питання для самоконтролю:

1. Як класифікують споживачів води?
2. Які вимоги ставлять різні категорії споживачів до використовуваної води?
3. Від яких параметрів залежить норма господарсько-питного водоспоживання?
4. Як (за яким документом) визначити норму господарсько-питного водоспоживання?
5. Як визначають норму технологічного водоспоживання?
6. Як визначають норму водоспоживання для протипожежних цілей?
7. Який режим водоспоживання води населеним пунктом протягом доби?
8. Від яких параметрів залежить необхідний напір у мережі?
9. Який максимальний гідростатичний напір в мережі господарсько-питного водопроводу біля споживача?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 3

Витрати води на комунальні потреби міста

Питомі витрати води на поливання приймаються в залежності від виду площі, покриття території, способу поливу, виду насаджень, природних і місцевих умов:

а) поливання територій населених пунктів, л/м² на одне поливання:

механізоване миття проїздів та майданів із поліпшеним покриттям – 1,2...1,5; механізоване поливання перелічених вище площ 0,3...0,4; поливання вручну (із шлангів) поліпшених покриттів тротуарів і проїздів – 0,4...0,5; поливання газонів і квітників – 4...6;

б) поливання господарських насаджень, л/м² за добу:

– у ґрунтових зимових теплицях – 15;
– у стелажних зимових і ґрунтових весняних теплицях, парниках – 6;
– на присадибних ділянках – овочевих культур – 3...15, – плодових дерев – 10...15.

а) Витрати води на полив вулиць та майданів

Максимальна добова витрата

$$Q_{\text{макс.доб.}} = \frac{F \cdot q \cdot n}{1000}, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (3.1)$$

де: F – площа вулиць та майданів, що будуть поливатися, м²;

q – норма витрати води на полив, приймається в залежності від типу покриття та способу поливання табл. 1.2, практичного завдання 1;

n – число поливань, приймається в залежності від режиму поливання.

Середня годинна витрата

$$Q_{\text{сер.год.}} = \frac{Q_{\text{макс.доб.}}}{24}, \text{ м}^3/\text{год.} \quad (3.2)$$

Максимальна годинна витрата

$$Q_{\text{макс.год.}} = \frac{0,0417 \cdot F \cdot K_{\text{год}} \cdot q \cdot n}{1000}, \text{ м}^3/\text{год.}, \quad (3.3)$$

де $K_{\text{год}}$ – коефіцієнт годинної нерівномірності витрачання води на поливання; величину його можна приймати для великих міст – 2,0, для малих і середніх міст – 4,0.

Максимальна витрата води

$$Q_{\text{макс.сек.}} = \frac{Q_{\text{макс.год.}}}{3,6}, \text{ л/с.} \quad (3.4)$$

б) Витрата води на поливання зелених насаджень

Максимальна добова витрата

$$Q_{\text{макс.доб.}} = \frac{F_3 \cdot q_3 \cdot n}{1000}, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (3.5)$$

де: F_3 – площа зелених насаджень, м^2 ;

q_3 – норма витрати води на поливання, приймається за табл. 1.2, практичне заняття 1;

n – число поливань.

Середню годинну, максимальну годинну і максимальну секундну витрати визначають за формулами (2.2), (2.3), (2.4), наведеними вище.

Приклади розв'язання завдань

Приклад 1. Визначити добову витрату води на поливання покриття та зелених насаджень міста при площі покриття $F_n = 800000 \text{ м}^2$ і площі зелених насаджень $F_3 = 904358 \text{ м}^2$. Число поливок на добу n приймаємо рівним двом.

Рішення. Добова витрата води на полив покриття та насаджень міста

$$Q_n = \frac{F_n \cdot q_n \cdot n}{1000} + \frac{F_3 \cdot q_3 \cdot n}{1000} = \frac{800000 \cdot 0,4 \cdot 2}{1000} + \frac{904358 \cdot 4 \cdot 2}{1000} = 7874,9 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Норма витрати води на полив q_n та q_3 , в $\text{л}/\text{м}^2$ приймається залежно від типу покриття території, способу її поливу, виду насадження, кліматичних та інших місцевих умов за табл. 6 [2].

Приклад 2. Визначити добову витрату води на поливку покриття і зелених насаджень міста з населенням $N = 160000$ мешканців, прийнявши поливальну витрату води в перерахунку на одного мешканця $q = 50$ л/доб.

Рішення. Добова витрата води на поливання покриття і насаджень міста

$$Q_{n.доб} = q \cdot N, \text{ м}^3/\text{доб},$$
$$Q_{n.доб} = 50 \cdot 160000 = 8000000 \text{ л/доб.} = 8000 \text{ м}^3/\text{доб}.$$

Питання для самоконтролю:

1. В залежності від чого приймаються питомі витрати води на поливання?
2. Якими нормативними документами нормуються питомі витрати води на поливання?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 4

Визначення витрати води для промислових підприємств

Ця витрата складається з витрати води на господарсько-питні потреби, витрати води на душові та витрати води на виробничі потреби.

а) витрати води на господарсько-питні потреби промислового підприємства

Максимальна добова витрата води на господарсько-питні потреби промислових підприємств визначається з виразу

$$Q_{\text{макс.доб.}} = (q_z \cdot n'_z + q_x \cdot n'_x) + (q_z \cdot n''_z + q_x \cdot n''_x) + (q_z \cdot n'''_z + q_x \cdot n'''_x), \text{ л}, \quad (4.1)$$

де: q_z і q_x - відповідно норми водоспоживання на одного робітника (л за зміну) у цехах зі значними тепловиділеннями (у гарячих цехах) і в інших цехах (холодних цехах), рівні: $q_z = 45$ л і $q_x = 25$ л;

n'_z , n''_z і n'''_z – кількість робітників в першій, другій та третій змінах, що працюють на підприємстві у гарячих цехах;

n'_x , n''_x і n'''_x – кількість робітників в першій, другій та третій змінах, що працюють на підприємстві у холодних цехах.

Підставляючи $q_z = 45$ л і $q_x = 25$ л у попередню формулу (4.1) та виразивши витрату в м^3 , отримаємо

$$Q_{\text{макс.доб.}} = [0,045 \cdot (n'_z + n''_z + n'''_z) + 0,025 \cdot (n'_x + n''_x + n'''_x)] , \text{м}^3/\text{доб.} \quad (4.2)$$

Кількість робітників у кожній зміні і розподіл їх по гарячим і холодним цехами приймається за даними підприємств або на підставі наявних проектів цих підприємств. При відсутності тих або інших даних, але відомій кількості робочих можна прийняти наступний розподіл працюючих позмінно:

I зміна – 40...45% всієї кількості працюючих;

II і III зміна – 30...35% усієї кількості працюючих.

Розподіл кількості працюючих в гарячих і холодних цехах приймають в залежності від характеру технологічного процесу підприємств.

Витрата води по окремих змінах визначається за формулами

$$\text{I зміна } Q'_{\text{зм}} = (0,045 \cdot n'_z + 0,025 \cdot n'_x) , \text{м}^3; \quad (4.3)$$

$$\text{II зміна } Q''_{\text{зм}} = (0,045 \cdot n''_z + 0,025 \cdot n''_x) , \text{м}^3; \quad (4.4)$$

$$\text{III зміна } Q'''_{\text{зм}} = (0,045 \cdot n'''_z + 0,025 \cdot n'''_x) , \text{м}^3. \quad (4.5)$$

Норми витрати і коефіцієнти нерівномірності споживання води на господарсько-питні потреби промпідприємств відносяться до роботи однієї зміни, тому максимальну годинну витрату води слід обчислити для всіх змін.

Величини максимальних годинних витрат для окремих змін обчислюються за формулами

$$\text{I зміна } Q_{\text{макс.год.}} = \frac{0,045 \cdot n'_z \cdot K_z + 0,025 \cdot n'_x \cdot K_x}{t_{\text{зм}}} , \text{м}^3/\text{год.}; \quad (4.6)$$

$$\text{II зміна } Q_{\text{макс.год.}} = \frac{0,045 \cdot n''_z \cdot K_z + 0,025 \cdot n''_x \cdot K_x}{t_{\text{зм}}} , \text{м}^3/\text{год.}; \quad (4.7)$$

$$\text{III зміна } Q_{\text{макс.год.}} = \frac{0,045 \cdot n'''_z \cdot K_z + 0,025 \cdot n'''_x \cdot K_x}{t_{\text{зм}}} , \text{м}^3/\text{год.}, \quad (4.8)$$

де K_z та K_x – коефіцієнти годинної нерівномірності відповідно в гарячих і холодних цехах за ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання зовнішні мережі та споруди», $K_z=2,5$, $K_x=3$;

$t_{зм}$ – тривалість робочої зміни в годинах.

Максимальна секундна витрата води

$$Q_{\text{макс.сек.}} = \frac{Q_{\text{макс.год.}}}{3,6}, \text{ л/с.} \quad (4.9)$$

б) витрата води на душову на підприємстві

Витрата води на душ залежить від кількості робітників і службовців, які приймають душ в кожній зміні, і характеру виробництва.

Максимальна добова витрата води на душові

$$Q_{\text{макс.доб.}} = [q'_z(n'_z + n''_z + n'''_z) + q'_x(n'_x + n''_x + n'''_x)], \text{ м}^3/\text{доб.}, \quad (4.10)$$

де n'_z, n''_z, n'''_z – кількість робітників, що працюють з підвищеним ступенем шкідливості або забруднення відповідно в гарячих цехах у першій, другій і третій змінах;

n'_x, n''_x, n'''_x – кількість робітників, які приймають душі в інших цехах відповідно в першій, другій і третій змінах;

q'_z и q'_x – норми витрат води на один душ відповідно в цехах з підвищеним ступенем шкідливості або забруднення та в інших цехах.

Відповідно нормам $q'_z = 45$ л і $q'_x = 25$ л. Підставляючи ці величини у попередню рівність та виразивши витрату в м^3 , отримаємо

$$Q_{\text{макс.доб.}} = [0,45 \cdot (n'_z + n''_z + n'''_z) + 0,25 \cdot (n'_x + n''_x + n'''_x)], \text{ м}^3/\text{добу.} \quad (4.11)$$

Витрата води на душі для окремих змін визначається за формулами:

$$\text{I зміна } Q'_{зм} = (0,45 \cdot n'_z + 0,25 \cdot n'_x), \text{ м}^3; \quad (4.12)$$

$$\text{II зміна } Q''_{зм} = (0,45 \cdot n''_z + 0,25 \cdot n''_x), \text{ м}^3; \quad (4.13)$$

$$\text{III зміна } Q'''_{зм} = (0,45 \cdot n'''_z + 0,25 \cdot n'''_x), \text{ м}^3. \quad (4.14)$$

Витрата води на прийом душу (з розрахунку $q_{с.д.} = 500$ л на добу, тривалість користування душем $t_d = 45$ хв.) після закінчення зміни розраховуємо за формулою

$$Q_{душ.зм.} = \frac{N_i \cdot q_{д.с.} \cdot t_d}{n_i \cdot 1000}, \text{ м}^3/\text{доб.}, \quad (4.15)$$

де: N_i – кількість працюючих, що користуються душем в зміну, з i -ю санітарною характеристикою технологічного процесу;

n_i – розрахункова кількість людей на одну душову сітку в цехах з i -ю санітарною характеристикою технологічного процесу приймається за табл. 1.3 (практичне заняття 1).

Максимальна годинна витрата води

$$Q_{макс.год.} = \frac{Q'_{зм}}{0,75}, \text{ м}^3/\text{год.}, \quad (4.16)$$

де $Q'_{зм} = (0,45 \cdot n'_z + 0,25 \cdot n'_x)$, м^3 – витрата води на душові в I зміну;

0,45 та 0,25 – відповідно норми витрати на один душ в гарячих і холодних цехах, м^3 .

Максимальна секундна витрата води на душові

$$Q_{макс.сек.} = \frac{Q_{макс.год.}}{3,6}, \text{ л/с.} \quad (4.17)$$

в) витрата води на виробничі потреби промпідприємства

Витрата води на виробничі потреби промпідприємств визначається за кількістю випущеної продукції і питомою витратою на одиницю продукції.

Максимальна добова витрата води підприємств на виробничі потреби

$$Q_{макс.доб.} = \Pi \cdot q_{пит}, \text{ м}^3/\text{доб.}, \quad (4.18)$$

де: Π – добова продукція підприємства;

$q_{пит}$ - середня питома витрата на виробництво одиниці продукції, м^3 .

При відсутності даних про витрати води на виробничі потреби за окремими змінами споживання води приймається рівною протягом всього часу роботи підприємства.

Максимальна годинна витрата при цьому дорівнює

$$Q_{\text{макс.год.}} = \frac{Q_{\text{макс.доб.}}}{t}, \text{ м}^3/\text{год.}, \quad (4.19)$$

де t - тривалість роботи підприємства протягом доби, год.

Максимальна секундна витрата води на виробничі потреби

$$Q_{\text{макс.сек.}} = \frac{Q_{\text{макс.год.}}}{3,6}, \text{ л/с.} \quad (4.20)$$

Витрата води на пожежогасіння

Система протипожежного водопостачання – це комплекс інженерно-технічних пристроїв, що виконують важливу роль у забезпеченні пожежної безпеки об'єктів та населених пунктів.

Під протипожежним водопостачанням слід розуміти таке водопостачання, коли вода подається цілодобово і у такій кількості, яка необхідна для гасіння пожеж ззовні та всередині будівель і споруд.

Водопроводи розраховують на безперебійну подачу води для виробничих, господарських та протипожежних потреб, іноді проектують спеціальні протипожежні водоводи. В деяких випадках допускається зберігання пожежного об'єму води у спеціальних резервуарах чи відкритих водоймах.

Протипожежні потреби складаються з розрахункових витрат води на зовнішнє пожежогасіння через гідрант і внутрішнє пожежогасіння через пожежні кран-комплекти, спринклерні, дренчерні та інші системи та установки пожежогасіння.

Схеми водопроводів виконують в залежності від характеру водопроводу, який повинен обслуговувати пожежні потреби, і його призначення.

За способом створення напорів протипожежні водопроводи бувають:

1) високого тиску, які діляться на:

- водопроводи постійного високого тиску;
- водопроводи високого тиску, який підвищують тільки під час пожежі.

У цьому випадку тиск у водопровідній мережі достатній для безпосередньої подачі води для гасіння пожеж від гідрантів, встановлених на мережі (без допомоги привізних насосів);

2) низького тиску (подача води для гасіння від привізних насосів).

У водопроводах низького тиску, тиск води для гасіння забезпечується автомашинами, при водопроводах високого тиску – гасіння пожеж відбувається подачею води безпосередньо від водопровідної мережі.

Протипожежний водопровід постійного високого тиску влаштовують рідко внаслідок великих матеріальних витрат на створення водопровідної мережі, що обслуговує тільки пожежні потреби, і потреби облаштування високої водонапірної башти або окремої пневматичної установки.

Протипожежний водопровід високого тиску, який підвищують тільки під час пожежі, влаштовують головним чином на паперових комбінатах, великих нафтопереробних комплексах та інших промислових об'єктах, що характеризуються високою пожежною небезпекою.

Протипожежний водопровід високого тиску, який підвищують під час пожежі, об'єднується з господарсько-питним водопроводом промислових підприємств. Напір для пожежогасіння збільшується тільки в господарсько-питній мережі, в промисловому водопроводі напір в цей час залишається без зміни, тому при пожежі не порушуються виробничі процеси, що вимагають наявності постійного тиску в мережі. Будівництво протипожежних водопроводів, об'єднаних з господарсько-питними, доцільно також тому, що господарська мережа, як правило, є більш розгалуженою, ніж виробнича, і охоплює найбільшу частину території об'єкта. При таких водопроводах зовнішнє пожежогасіння може проводитися безпосередньо від гідрантів без привізних насосів, а внутрішнє протипожежне водопостачання забезпечується

облаштуванням в будівлі пожежних стояків з пожежними кранами. При цьому водонапірну башту влаштовують висотою, достатньою для самопливної подачі води для гасіння пожежі від внутрішніх пожежних кранів (у початковій стадії пожежі). Бак водонапірної башти під час пожежі після пуску пожежного насоса вимикається за допомогою автоматичного пристосування, тому що напір, що створюється пожежним насосом, перевищує висоту водонапірної бака.

Протипожежний водопровід високого тиску, об'єднаний з виробничим водопроводом, влаштовують в рідкісних випадках, коли при пожежі доводиться подавати під високим тиском всю кількість води, що необхідна для виробничих потреб.

Протипожежний водопровід низького тиску, об'єднаний з господарсько-питним водопроводом, розраховують таким чином, що під час пожежі збільшується тільки кількість води, що подається, напір же в мережі підтримується не нижче 10 м. При водопроводах низького тиску вимикати водонапірну башту або контррезервуар під час пожежі не вимагається. Такі водопроводи широко поширені в містах і селищах, де інших мереж, крім господарських, не буває. Відбір води для гасіння пожеж з таких водопроводів роблять за допомогою привізних пожежних насосів (автонасосів, мотопомп).

Протипожежний водопровід низького тиску, об'єднаний з виробничим водопроводом, влаштовують на виробництвах, де пожежна витрата у порівнянні з виробничою невелика і не впливає на напір виробничого водопроводу. Однак, якщо для пожежних потреб необхідний пуск додаткового насоса, можливе пониження напору в мережі, що не завжди допускається вимогами технології. При розглянутій схемі водопроводу відбір води на зовнішнє пожежогасіння проводиться від мережі об'єданого виробничо-протипожежного водопроводу низького тиску, а внутрішнє пожежогасіння – від внутрішніх господарсько-виробничих водопроводів. Така схема раціональна, тому що внутрішня мережа в цьому випадку подає воду як на господарсько-питні потреби, так і на потреби внутрішнього пожежогасіння.

Противопожежний водопровід об'єднують іноді одночасно з господарсько-питним і виробничим водопроводами. У цьому випадку водопровідна мережа виходить єдиною, і водопроводи можуть бути високого і низького тиску.

Наведені схеми протипожежних водопроводів застосовують у різноманітних комбінаціях. Вибір тієї або іншої схеми залежить від характеру виробництва, займаної ним території, характеристики пожежної вогнебезпечності виробництва, дебіту джерел водопостачання та техніко-економічних показників, а також місцевих умов розглянутого об'єкту.

При великих виробничих витратах води більш раціональною у ряді випадків виявляється схема протипожежного водопроводу високого тиску, об'єднаного з господарсько-питним водопроводом.

Якщо для об'єкту допустимо застосовувати пожежний водопровід низького тиску, то він може бути об'єднаний з виробничим за умови достатнього охоплення водопровідною мережею будівель і споруд на території об'єкта.

На вибір схеми водопроводу впливають характеристики внутрішнього протипожежного водопроводу, спринклерно-дренчерного обладнання, а також стаціонарних установок пожежогасіння. Крім того, при виборі протипожежного водопроводу необхідно враховувати, чи є на об'єкті або поблизу нього пожежна команда.

Водопроводи низького тиску можна споруджувати лише за наявності на об'єкті або в безпосередній близькості від нього пожежних команд з пересувними пожежними насосами. Водопроводи високого тиску доцільно влаштовувати при відсутності пожежної команди або при нестачі пересувних пожежних насосів для подачі на гасіння пожежі повної розрахункової кількості води (наприклад, на віддалених від населених пунктів об'єктах). При виборі схеми водопостачання необхідно враховувати техніко-економічні показники варіанту технічного рішення, що включають капітальні вкладення і витрати експлуатації системи водопостачання.

Водопроводи протипожежного призначення не проектується у виробничих будівлях I та II ступенів вогнестійкості з виробничими категоріями за пожежною небезпекою Г і Д незалежно від їх об'єму і у будівлях III ступеня вогнестійкості тієї ж пожежної небезпеки, але за умови, що їх об'єм не перевищує 1000 м³. В нормативних документах визначені умови, за яких влаштування водопроводів протипожежного призначення у будівлях є обов'язковим.

Розрахункова витрата на зовнішнє пожежогасіння залежить від розмірів населеного пункту, поверховості будівлі і ступеня їх вогнестійкості, розмірів виробничих будівель, категорій виробництв та інших факторів. Нормами протипожежного проектування встановлюються величини необхідних секундних витрат для гасіння пожеж в населених місцях і на промислових підприємствах, а також кількість одночасних пожеж. Таким чином, максимальна секундна витрата води на гасіння пожеж визначається як добуток розрахункової секундної витрати, необхідної для гасіння однієї пожежі, на число пожеж

$$Q_{\text{пож}}^c = (q_{\text{пож}} \cdot n + q'_{\text{пож}}), \text{ л/с}, \quad (4.21)$$

де: $q_{\text{пож}}$ – розрахункова витрата води на гасіння однієї зовнішньої пожежі приймається за нормативними документами (ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання зовнішні мережі та споруди»), л/с;

$q'_{\text{пож}}$ – розрахункова витрата води на один струмінь для внутрішнього пожежогасіння приймається за ДБН В.2.5-64 «Внутрішній водопровід та каналізація», л/с;

n – число струменів приймається за ДБН В.2.5-64 «Внутрішній водопровід та каналізація».

Тривалість пожежі в населених місцях і на підприємствах нормами встановлена $t_n = 3$ год. Виходячи з цього, повна витрата води на гасіння пожежі може бути визначена за формулою

$$Q'_{\text{пож}} = m \cdot (q_{\text{пож}} \cdot n + q'_{\text{пож}}), \text{ л/с}, \quad (4.22)$$

де m – розрахункова кількість одночасних пожеж приймається для населеного пункту за ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання зовнішні мережі та споруди», а для промислового підприємства – залежно від займаної ним площі: одна пожежа при площі до 150 га, дві пожежі – понад 150 га.

$$Q_{\text{пож}}^n = 10,8 \cdot Q'_{\text{пож}}, \text{ м}^3, \text{ м}^3 \quad (4.23)$$

Повна витрата води на гасіння пожежі за 3 години

$$Q_{\text{пож}} = Q_{\text{пож}}^{\text{НП}} + 0,5Q_{\text{пож}}^{\text{ПП}}, \text{ м}^3, \quad (4.24)$$

де: $Q_{\text{пож}}^{\text{НП}}$ – витрата води на пожежогасіння для населеного пункту, м^3 ;

$Q_{\text{пож}}^{\text{ПП}}$ – витрата води, необхідна для гасіння пожежі на підприємстві, м^3 .

Витрата води на пожежогасіння за 1 годину

$$Q_{\text{год.пож.}} = \frac{Q_{\text{пож}}}{3}, \text{ м}^3/\text{год.} \quad (4.25)$$

Секундна витрата води на пожежогасіння

$$Q_{\text{макс.сек.}} = \frac{Q_{\text{макс.год.}}}{3,6}, \text{ л/с.} \quad (4.26)$$

Приклади розв'язання завдань

Приклад 1. Визначити витрату води на господарсько-питні потреби робочих на промисловому підприємстві. Кількість робочих на підприємстві становить 6680 чоловік. У гарячих цехах працюють 880 чоловік, з них: у I зміні - 350; II - 280, III - 250. У холодних цехах працюють 5800 чоловік, із них: у I зміні - 2150; II - 1960, III - 1750.

Рішення. Виходячи із норм витрати води на господарсько-питні потреби на промислових підприємствах (табл. 7 [2]), визначаємо змінні витрати води окремо в цехах з тепловиділенням понад 20 ккал. на 1м^3 (гарячі цехи) $Q_{\text{г.ц.}}^{\text{зм.}}$ і в решті цехів (холодні цехи) $Q_{\text{х.ц.}}^{\text{зм.}}$

$$Q_{\text{г.ц.}}^{\text{зм.}} = 0,001 \cdot 45 \cdot 350 = 15,75 \text{ м}^3/\text{доб.};$$

$$Q_{г.ц.}^{Iзм.} = 0,001 \cdot 45 \cdot 280 = 12,60 \text{ м}^3/\text{доб.};$$

$$Q_{г.ц.}^{IIзм.} = 0,001 \cdot 45 \cdot 250 = 11,25 \text{ м}^3/\text{доб.};$$

$$\sum Q_{г.ц.} = 39,60 \text{ м}^3/\text{доб.};$$

$$Q_{х.ц.}^{Iзм.} = 0,001 \cdot 25 \cdot 2150 = 53,75 \text{ м}^3/\text{доб.};$$

$$Q_{х.ц.}^{IIзм.} = 0,001 \cdot 25 \cdot 1900 = 47,50 \text{ м}^3/\text{доб.};$$

$$Q_{х.ц.}^{IIIзм.} = 0,001 \cdot 25 \cdot 1750 = 43,75 \text{ м}^3/\text{доб.};$$

$$\sum Q_{х.ц.} = 145 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

Приклад 2. Користуючись вихідними даними попереднього прикладу, визначити витрату води на потреби душових, маючи на увазі, що виробничий процес в гарячих цехах викликає забруднення одяжі і рук, а в холодних цехах не викликає такого забруднення. В гарячих цехах душем користуються 70% робочих, а в холодних - 20%.

Рішення. У гарячих цехах користуються душем по змінах:

$$\text{I зміна} - 350 \cdot 0,7 = 245 \text{ чол.};$$

$$\text{II зміна} - 280 \cdot 0,7 = 196 \text{ чол.};$$

$$\text{III зміна} - 250 \cdot 0,7 = 175 \text{ чол.}$$

У холодних цехах користуються душем по змінах:

$$\text{I зміна} - 2160 \cdot 0,2 = 430 \text{ чол.};$$

$$\text{II зміна} - 1900 \cdot 0,2 = 380 \text{ чол.};$$

$$\text{III зміна} - 1750 \cdot 0,2 = 350 \text{ чол.}$$

Виходячи з норми витрати води на одну душову сітку $q_{д.с.}=500$ л/год і тривалості користування душем $t_{д.с.}=45$ хв. після закінчення зміни, змінна витрата води на підприємстві для душових в м^3 може бути визначений із виразу

$$Q_{душ.}^{зм.} = \frac{0,001 \cdot q_{д.с.} \cdot t_{д.с.} \cdot N_i}{n_i}, \text{ м}^3/\text{зм.},$$

де N_i - кількість робітників, працюючих в гарячих або в холодних цехах, які користуються душем в зміну, з i -ою санітарною характеристикою технологічного процесу;

n_i - розрахункова кількість людей на одну душову сітку в цехах з i -ою санітарною характеристикою технологічного процесу (табл. 8 [2]).

У цехах, що викликають забруднення одягу й рук:

$$Q_{душ.}^{Iзм.} = \frac{0,001 \cdot 500 \cdot 0,75 \cdot 245}{7} = 13,13 \text{ м}^3/\text{зм.};$$

$$Q_{душ.}^{IIзм.} = \frac{0,001 \cdot 500 \cdot 0,75 \cdot 196}{7} = 10,50 \text{ м}^3/\text{зм.};$$

$$Q_{душ.}^{IIIзм.} = \frac{0,001 \cdot 500 \cdot 0,75 \cdot 175}{7} = 9,38 \text{ м}^3/\text{зм.};$$

$$\sum Q_{душ.} = 33,01 \text{ м}^3/\text{зм.}$$

У цехах, що не викликають забруднення одягу й рук

$$Q_{душ.}^{Iзм.} = \frac{0,001 \cdot 500 \cdot 0,75 \cdot 430}{15} = 10,75 \text{ м}^3/\text{зм.};$$

$$Q_{душ.}^{IIзм.} = \frac{0,001 \cdot 500 \cdot 0,75 \cdot 380}{15} = 9,50 \text{ м}^3/\text{зм.};$$

$$Q_{душ.}^{IIIзм.} = \frac{0,001 \cdot 500 \cdot 0,75 \cdot 350}{15} = 8,75 \text{ м}^3/\text{зм.};$$

$$\sum Q_{душ.} = 29,00 \text{ м}^3/\text{зм.}$$

Приклад 3. Визначити максимальну секундну витрату води для виробничих цілей для тракторного заводу, добова продукція якого складає 100 тракторів, робота у 3 зміни, питома витрата води для виробництва одного трактора 45 м^3 .

Рішення. Максимальну добову витрату підприємства на виробничі потреби визначаємо за формулою

$$Q_{\text{макс.доб.}} = P \cdot q_{\text{пит}}, \text{ м}^3/\text{доб.},$$

де P - добова продукція підприємства;

$q_{\text{пит}}$ - середня питома витрата на виробництво одиниці продукції, м^3 .

Середня питома витрата води для виробництва одного трактора 45 м^3 , отже, добова витрата буде

$$Q_{\text{макс.доб.}} = 100 \cdot 45 = 4500 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

Приймаючи витрату води на виробничі потреби рівномірною протягом доби, максимальна годинна витрата

$$Q_{\text{макс.год.}} = \frac{4500}{24} = 187,5 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Максимальна секундна витрата

$$Q_{\text{макс.сек.}} = \frac{187,5}{3,6} = 52,1 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

Приклад 4. Визначити розрахункову витрату води для гасіння пожежі в населеному пункті і на промисловому підприємстві, які мають загальний протипожежний водопровід, за наступними вихідними даними:

1. Чисельність населення міста - 160000 чоловік;
2. Поверховість будинків - 5;
3. Площа території промислового підприємства – 60 га;
4. Вміст найбільшого будинку (цеху) підприємства - 60 тыс.м³;
5. Категорія виробництва за пожежною небезпекою - Б;
6. Ступінь вогнестійкості будинків - II.

Рішення. Розрахункову витрату води для гасіння пожежі в населеному пункті і на промисловому підприємстві можна визначити за формулою

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

де $q_{\text{пож}}$ - розрахункова витрата води на гасіння однієї зовнішньої пожежі; приймають для населених пунктів за табл. 5 [2], а для промислових підприємств - за табл. 7 [2], л/с;

$q'_{\text{пож}}$ - розрахункова витрата води на один струмінь для внутрішнього пожежогасіння, приймається за табл. 1 [3], л/с;

n - кількість струменів, приймається за табл. 1 [3].

Розрахункова витрата води на гасіння пожежі в населеному пункті

$$Q_{\text{пож}}^M = 3(40 + 2 \cdot 2,5) = 135 \text{ л/с.}$$

Розрахункова витрата води для гасіння пожежі на промисловому підприємстві складає

$$Q_{\text{пож}}^{\text{н.під.}} = 1 \cdot (30 + 2 \cdot 2,5) = 35 \text{ л/с.}$$

Розрахункову витрату води для об'єднаного водопроводу, обслуговуючого населений пункт та промислове підприємство, належить визначати як суму потрібної великої витрати (на підприємстві або у населеному пункті) додати 60% потрібної меншої витрати (на підприємстві або у населеному пункті). Тоді розрахункова витрата води для гасіння пожежі буде

$$Q_{\text{пож}} = 135 + 35 \times 0,5 = 152,5 \text{ л/с.}$$

Питання для самоконтролю:

1. Назвіть особливості влаштування системи протипожежного водопостачання та їх основні задачі.
2. В чому полягають особливості систем протипожежного водопостачання високого тиску?
3. В чому полягають особливості систем протипожежного водопостачання низького тиску?
4. З яких складових складається витрата води для промислових підприємств?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 5

Вільні напори у водопровідній мережі

Для зовнішніх мереж систем централізованого питного водопостачання напір води на ввіді в будівлю (над поверхнею землі) повинен бути:

– максимальний – не більше ніж 45 м;

– мінімальний:

а) при одноповерховій забудові – не менше ніж 10 м,

б) 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 біля 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 ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація».

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

Протипожежний водопровід, зазвичай, слід приймати низького тиску. Протипожежний водопровід високого тиску слід приймати за технічними або містобудівними умовами та обмеженнями відповідно до вимог чинного законодавства.

У протипожежному водопроводі високого тиску стаціонарні пожежні насоси повинні бути обладнані пристроями, які забезпечують їх пуск не пізніше ніж через 5 хв після надходження сигналу про виникнення пожежі.

Мінімальний вільний напір у мережі протипожежного водопроводу низького тиску під час пожежогасіння (на рівні поверхні землі) повинен бути не менше ніж 10 м.

Мінімальний вільний напір у мережі протипожежного водопроводу високого тиску повинен забезпечувати висоту компактного струменя не менше ніж 10 м за максимально необхідної витрати води на пожежогасіння та розташуванні пожежного ствола на рівні найвищої точки найвищої будівлі.

Вільний напір у мережі об'єднаного протипожежного водопроводу (питного або виробничого) повинен бути не менше ніж 10 м, але не більше ніж 45 м.

В будь-якій точці зовнішньої водопровідної мережі напір повинен бути достатнім для того, щоб вода під його дією могла надходити з зовнішньої по внутрішній водопровідній мережі до самого верхнього і найбільш віддаленого водозабірною приладу.

Необхідний вільний мінімальний напір ($H_{\text{вільн.}}$) у водопровідній мережі в точці приєднання введення в будівлю визначається як сума геометричної висоти підйому води (H_{Γ}), запасу напору для нормальної роботи водорозбірних приладів ($H_{\text{із}}$) і втрат напору по довжині трубопроводу від введення до найбільш віддаленого водорозбірного приладу ($h_{\text{довж.}}$):

$$H_{\text{вільн.}} = H_{\Gamma} + H_{\text{із}} + h_{\text{довж.}} \quad (5.1)$$

При одноповерховій забудові необхідний вільний мінімальний напір становить не менше 10 м. При багатоповерховій – на перший поверх приймається 10 м, а на кожний наступний на годину максимального водоспоживання – по 4 м, в інші години – по 3,5 м.

$$H_{\text{вільн.}} = 10 + h_1 \cdot (n - 1), \quad (5.2)$$

де: h_1 – приймається напір на один поверх, м;

n – кількість поверхів будівлі.

Під п'єзометричною відміткою у вузлі водопровідної мережі мається на увазі сума позначки землі і вільного напору в цьому вузлі.

$$P_i = H_{\text{вільн.}}^i + Z_i, \quad (5.3)$$

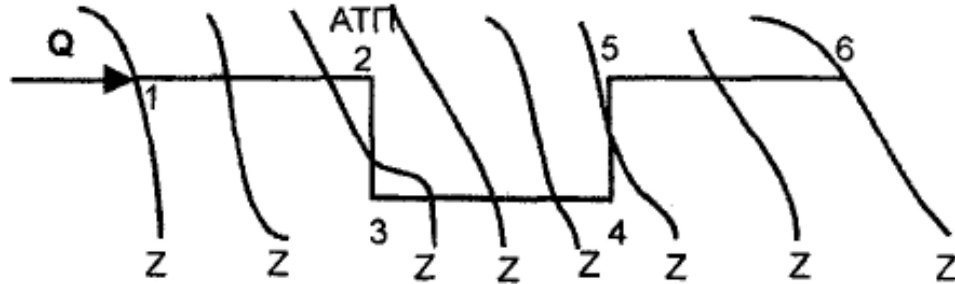
де P_i – п'єзометрична відмітка, м;

$H_{\text{вільн.}}^i$ – вільний напір в i -й точці, м;

Z_i – відмітка землі в i -й точці, м.

Приклади розв'язання завдань

Приклад 1. Визначити H_6 та п'єзометричну відмітку у вузлових точках тупикової мережі. Поверховість - 5 поверхів. $h_{1-2}=0,8$ м, $h_{2-3}=1,2$ м, $h_{3-4}=1,1$ м, $h_{4-5}=0,9$ м, $h_{5-6}=0,7$ м. Відмітки поверхні землі у вузлових точках: $Z_1=94$ м, $Z_2=96,2$ м, $Z_3=95,8$ м, $Z_4=98,4$ м, $Z_5=99,2$ м, $Z_6=101$ м.



Рішення. 1. Знаходимо вільний напір у точці 6.

$$H_6^0 = 10 + 4 \cdot (5-1) = 26 \text{ м.}$$

2. Знаходимо п'єзометричну відмітку у точці 6.

$$P^6 = 26 + 101 = 127 \text{ м.}$$

3. Знаходимо п'єзометричну відмітку у точці 5.

$$P^5 = 127 + 0,7 = 127,7 \text{ м.}$$

4. Знаходимо вільний напір у точці 5.

$$H_5^0 = 127,7 - 99,2 = 28,5 \text{ м.}$$

5. Знаходимо п'єзометричну відмітку у точці 4.

$$P^4 = 127,7 + 0,9 = 128,6 \text{ м.}$$

6. Знаходимо вільний напір у точці 4.

$$H_4^0 = 128,6 - 98,4 = 30,2 \text{ м.}$$

7. Знаходимо п'єзометричну відмітку у точці 3.

$$P^3 = 128,6 + 1,1 = 129,7 \text{ м.}$$

8. Знаходимо вільний напір у точці 3.

$$H_3^0 = 129,7 - 95,8 = 33,9 \text{ м.}$$

9. Знаходимо п'єзометричну відмітку у точці 2.

$$P^2 = 129,7 + 1,2 = 130,9 \text{ м.}$$

10. Знаходимо вільний напір у точці 2.

$$H^2_e = 130,9 - 96,2 = 34,7 \text{ м.}$$

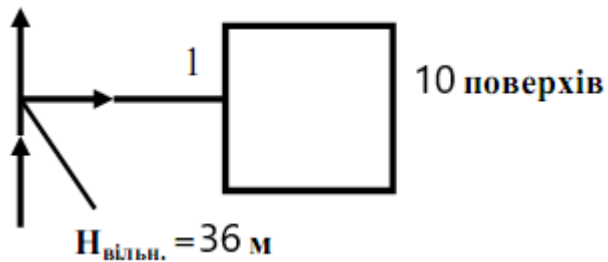
11. Знаходимо п'єзометричну відмітку у точці 1.

$$P^1 = 130,9 + 0,8 = 131,7 \text{ м.}$$

12. Знаходимо вільний напір у точці 1.

$$H^1_e = 131,7 - 94 = 37,7 \text{ м.}$$

Приклад 2. Можливе підключення будинку до водопровідної мережі?

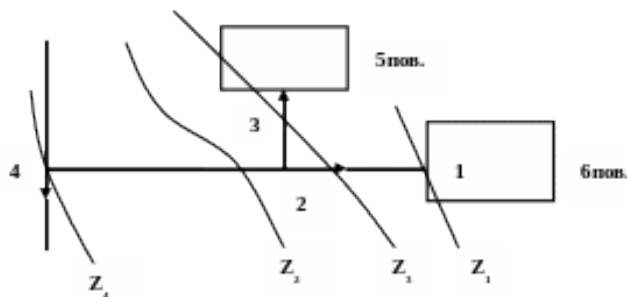


Рішення: 1. Знаходимо вільний напір у точці 1.

$$H^1_e = 10 + 4 \cdot (10 - 1) = 46 \text{ м.}$$

Підключення будинку до водопровідної мережі не можливе, бо напір при вході в будинок 46 м, а потрібний – 36 м. Треба ставити насосну станцію підкачки.

Приклад 3. Визначити H_e та п'єзометричні відмітки у вузлових точках 1,2,3,4. $h_{1-2}=1,1$ м; $h_{2-3}=0,6$ м; $h_{2-4}=0,8$ м. Відмітки поверхні землі у вузлових точках дорівнюють: $Z_1=90$ м, $Z_2=80$ м, $Z_3=85$ м, $Z_4=75$ м.



Рішення: 1. Знаходимо вільний напір у точці 1.

$$H^1_e = 10 + 4 \cdot (6 - 1) = 30 \text{ м.}$$

2. Знаходимо вільний напір у точці 3.

$$H^3_e = 10 + 4 \cdot (5-1) = 26 \text{ м.}$$

3. Знаходимо п'єзометричну відмітку у точці 3.

$$П^3 = 26 + 85 = 111 \text{ м.}$$

4. Знаходимо п'єзометричну відмітку у точці 1.

$$П^1 = 30 + 90 = 120 \text{ м.}$$

5. Знаходимо п'єзометричну відмітку у точці 2.

$$П^2 = 120 + 1,1 = 121,1 \text{ м.}$$

6. Знаходимо вільний напір у точці 2.

$$H^2_e = 121,1 - 80 = 41,1 \text{ м.}$$

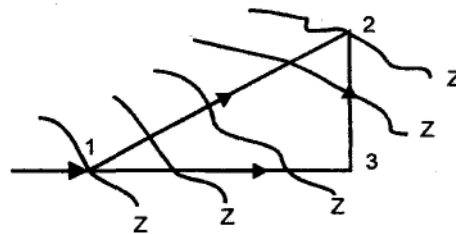
7. Знаходимо п'єзометричну відмітку у точці 4.

$$П^4 = 121,1 + 0,8 = 121,9 \text{ м.}$$

8. Находим вільний напір у точці 4.

$$H^4_e = 121,9 - 75 = 46,9 \text{ м.}$$

Приклад 4. Визначити H_e та п'єзометричні відмітки у вузлових точках. Поверховість - 5 поверхів. $h_{1-2}=0,8$ м, $h_{2-3}=0,6$ м, $h_{3-1}=1,4$ м. Відмітки поверхні землі у вузлових точках дорівнюють: $Z_1=41$ м, $Z_2=45$ м, $Z_3=43,4$ м.



Рішення: 1. Знаходимо вільний напір у самій віддаленій точці 2.

$$H^2_e = 10 + 4 \cdot (5-1) = 26 \text{ м.}$$

2. Знаходимо п'єзометричну відмітку у точці 2.

$$П^2 = 45 + 26 = 71 \text{ м.}$$

3. Знаходимо п'єзометричну відмітку у точці 3.

$$П^3 = 71 + 0,6 = 71,6 \text{ м.}$$

4. Знаходимо вільний напір у точці 3.

$$H^3_e = 71,6 - 43,4 = 28,2 \text{ м.}$$

5. Знаходимо п'єзометричну відмітку у точці 1.

$$P^1 = 71,6 + 0,8 = 72,4 \text{ м.}$$

6. Знаходимо вільний напір у точці 1.

$$H^1_e = 72,4 - 41 = 31,4 \text{ м.}$$

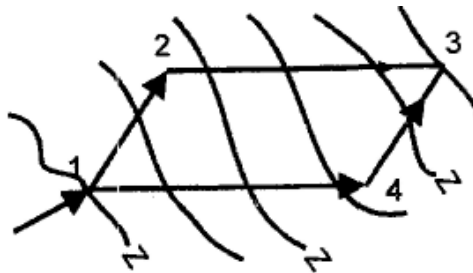
7. Знаходимо п'єзометричну відмітку у точці 1.

$$P^1 = 71 + 1,4 = 72,4 \text{ м.}$$

8. Знаходимо вільний напір у точці 1.

$$H^1_e = 72,4 - 41 = 31,4 \text{ м.}$$

Приклад 5. Визначити H_e та п'єзометричні відмітки в вузлових точках. Поверховість - 6 поверхів. $h_{1-2}=1,8$ м; $h_{2-3}=1,4$ м; $h_{3-4}=0,5$ м; $h_{4-1}=3,6$ м. Відмітки поверхні землі у вузлових точках дорівнюють: $Z_1=194$ м, $Z_2=195,5$ м, $Z_3=199$ м, $Z_4=197,2$ м.



Рішення: 1. Знаходимо вільний напір у точці 3.

$$H^3_e = 10 + 4 \times (6-1) = 30 \text{ м.}$$

2. Знаходимо п'єзометричну відмітку у точці 3.

$$P^3 = 30 + 199 = 229 \text{ м.}$$

3. Знаходимо п'єзометричну відмітку у точці 2.

$$P^2 = 229 + 2,3 = 231,3 \text{ м.}$$

5. Знаходимо вільний напір у точці 2.

$$H^2_e = 231,3 - 195,5 = 35,8 \text{ м.}$$

6. Знаходимо п'єзометричну відмітку у точці 1.

$$P^1 = 231,3 + 1,8 = 233,1 \text{ м.}$$

7. Знаходимо вільний напір у точці 1.

$$H^1_e = 233,1 - 194 = 39,1 \text{ м.}$$

8. Знаходимо п'єзометричну відмітку у точці 4.

$$H^4 = 229 + 0,5 = 229,5 \text{ м.}$$

9. Знаходимо вільний напір у точці 4.

$$H^4_e = 229,5 - 197,2 = 32,1 \text{ м.}$$

10. Находим п'єзометричну відмітку у точці 1.

$$H^1 = 229,5 + 3,6 = 233,1 \text{ м.}$$

11. Находим вільний напір у точці 1.

$$H^1_e = 233,1 - 194 = 39,1 \text{ м.}$$

Приклад 6. Визначити H_e та п'єзометричні відмітки у вузлових точках ВК-1, ВК-2 і вільні напори, якщо $Z_1=85,0$ м, $Z_2=84,5$ м, $h_{1-2}=1,9$ м.



Рішення: 1. Знаходимо вільний напір у точці ВК-1.

$$H^{BK-1}_e = 10 + 4 \times (7-1) = 34 \text{ м.}$$

2. Знаходимо п'єзометричну відмітку у точці ВК-1.

$$H^{BK-1} = 34 + 85 = 119 \text{ м.}$$

3. Знаходимо п'єзометричну відмітку у точці ВК-2.

$$H^{BK-2} = 119 + 1,9 = 120,9 \text{ м.}$$

4. Знаходимо вільний напір у точці ВК-2.

$$H^{BK-2}_e = 120,9 - 84,5 = 36,4 \text{ м.}$$

Питання для самоконтролю:

1. Відповідно до яких нормативних документів приймається вільний напір у зовнішній мережі системи водопостачання?

2. Як визначається необхідний вільний мінімальний напір?

3. Яким повинен бути мінімальний вільний напір у мережі протипожежного водопроводу низького тиску під час пожежогасіння (на рівні поверхні землі)?

4. Як визначається п'єзометрична відмітка у вузлі водопровідної мережі?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 6

Характеристика схем підготовки води для питного водопостачання

Вибір технологічної схеми водопідготовки залежить від якості природної води в джерелі, вимог споживача та кількості води для споживання. Так, для підготовки невеликої кількості забарвленої або каламутної води з економічного погляду доцільно замість громіздких горизонтальних відстійників застосовувати вертикальні. Змішувач у цьому випадку можна замінити соплом Вентурі або шайбою.

Вибір технологічних процесів, конструктивне оформлення та визначення оптимального складу реагентів, їх дози і встановлення раціональних параметрів кожного з них здійснюється з урахуванням даних хімічного й технологічного аналізів природної води для кожного джерела водозабору. Проте деякі рішення можливі апріорі на основі узагальнення наявного досвіду експлуатації технологічних схем водоочисних комплексів в аналогічних умовах. Так, коагулянти – основні хлориди та основні сульфати або залізовмісні – за інших однакових умов мають перевагу під час тривалих весняних паводків, оскільки за цих умов значно нижча температура очищуваної води (нижче 4°C) та підвищені каламутність і забарвленість. Для інтенсифікації процесу коагулювання кольорових вод у якості флокулянта доцільно використовувати активовану силіцієву кислоту (активація хлором), а для каламутних – поліакриламід, К-4 та ін. Вертикальні змішувачі, які забезпечують ефективне змішування та повітровідділення, рекомендується застосовувати у технологічних схемах із контактними прояснювачами та завислим осадом.

При підготовці малокаламутних знебарвлених вод у технологічних схемах, в яких використовують прояснювачі із завислим осадом, перевагу надають конструкціям з піддонним осадощільнювачем. Ця конструкція високонадійна у роботі та високоефективна.

Для очищення висококаламутних вод у якості споруди першого ступеня прояснення можна використати тонкошарові та радіальні відстійники, акустичні фільтри, гідро- та мультициклони та ін. Планктон або крупні домішки, що плавають у воді, доцільно вилучати на мікрофільтрах або барабанних сітках. У прямооточійних схемах зі швидкими фільтрами з використанням реагентів рекомендується застосовувати контактні фільтри.

Конструктивне оформлення прийнятої схеми визначається продуктивністю і складом проєктованих споруд, рельєфом і гідрогеологією майданчика, кліматичними даними та можливістю створення зон санітарної охорони, а також техніко-економічними розрахунками.

Об'єми очисних споруд розраховують за часом, необхідним для протікання тих чи інших фізико-хімічних процесів в оброблюваній воді.

Реагенти у воду подають таким чином, щоб обробка її закінчувалася у проєктованому комплексі устаткування і вихідна вода відповідала вимогам споживача й аби надалі вода не змінювала свого складу і властивостей.

Компонування очисних споруд повинне забезпечувати можливість подальшого їх розширення, що особливо важливо для великих міських і промислових водопроводів.

Одна з основних вимог, яку пред'являють до водоочисних станцій, – безперебійність в роботі. Передбачають обвідну лінію (при продуктивності понад 100 тис. м³/доб.), що дозволяє відключити весь комплекс ОС і при необхідності подавати воду через РЧВ у всмоктувальну лінію НС2.

При проєктуванні самотечійних очисних споруд для здешевлення будівництва необхідно максимально використовувати рельєф місцевості. Для цього складають висотну схему споруд, на якій встановлюють положення (позначку) рівнів води в кожній споруді.

Розміщення технологічних процесів і споруд у певній послідовності для отримання води заданих кількості та якості, що відповідають вимогам споживача, – це технологічна схема підготовки води.

Здійснення окремих технологічних процесів за певних умов для отримання найбільшого виходу продукту (чистої води заданої якості) за мінімальних витрат сировини (природної води), енергії та інших допоміжних матеріалів і реагентів є параметрами технології (тривалість процесів, температура, інтенсивність перемішування, доза реагенту та його концентрація тощо).

У процесі підготовки питної води, якщо її забір здійснюють із поверхневих водойм, воду очищують за традиційною технологією, яка включає процеси прояснення і знебарвлення у відстійниках, прояснювачах із шаром завислого осаду, швидкими і повільними фільтрами та контактними прояснювачами. Завершують підготовку води знезараженням із використанням хлорування або озонування чи іншого способу (рис. 6.1).

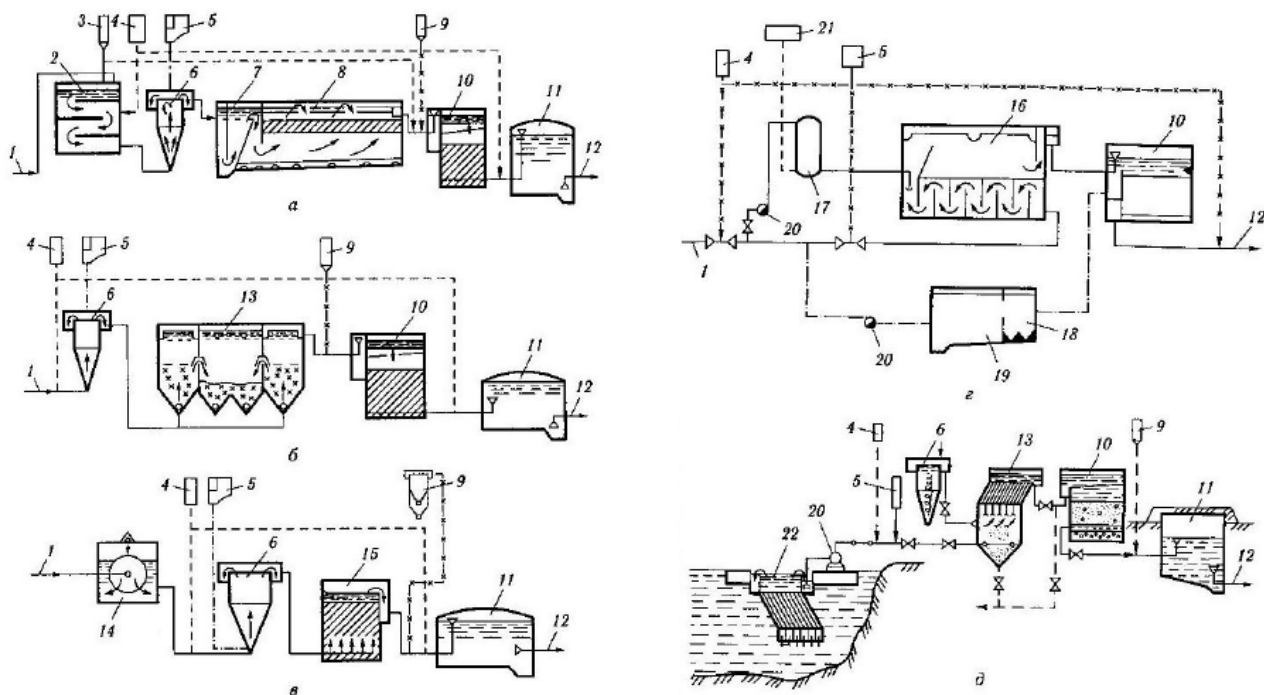


Рис. 6.1. Висотні схеми технологічних споруд водоочисних станцій: а – з вертикальним відстійником і швидкими фільтрами; б – з прояснювачами і фільтрами; в – з контактними прояснювачами; г – з флотаторами; д – з тонкошаровими відстійниками; 1 – подача вихідної води; 2 – контактний резервуар; 3 – установка для очистки води вугільним сорбентом; 4 – хлораторна; 5 – баки коагулянту; 6 – вертикальний змішувач; 7 – камера утворення пластівців; 8 – горизонтальний відстійник із вбудованими тонкошаровими модулями; 9 – установка для фторування; 10 – швидкий фільтр; 11 – РЧВ; 12 – відведення очищеної води; 13 – освітлювач із шаром завислого осаду; 14 – мікрофільтр; 15 – контактний освітлювач; 16 – флотатор; 17 – напірний бак; 18, 19 – резервуари-усереднювачі із піскоуловлювачем; 20 – насоси; 21 – компресор; 22 – тонкошаровий відстійник на понтонах

У деяких випадках для усунення стійких неприємних запахів і присмаків, видалення планктону застосовують подвійне хлорування природної води з підвищеними дозами хлору, а інколи й дехлорування її. В цьому випадку первинне хлорування проводять у водоприймальному колодязі або насосній станції першого підйому. Після прояснення у відстійнику або після фільтрування здійснюють вторинне хлорування.

Надлишок хлору видаляють в адсорбційних фільтрах, заповнених гранульованим активованим вугіллям. У разі дехлорування води оксидом сульфуру (IV) або іншими хімічними реагентами вугільні фільтри не використовують. За наявності в очищуваній воді солей феруму (II) і мангану (II) проводять подвійне хлорування – до відстоювання та після фільтрування.

Розміщення технологічних процесів і споруд у певній послідовності для отримання води заданих кількості та якості, що відповідають вимогам споживача, – це технологічна схема підготовки води. Здійснення окремих технологічних процесів за певних умов для отримання найбільшого виходу продукту (чистої води заданої якості) за мінімальних витрат сировини (природної води), енергії та інших допоміжних матеріалів і реагентів є параметрами технології (тривалість процесів, температура, інтенсивність перемішування, доза реагенту і його концентрація тощо).

Останнім часом розроблено й впроваджено у практику водопідготовки нові технологічні схеми. В цих схемах використовують електрокоагулятори, гідроциклони, тонкошарові відстійники, напірну флотацію, акустичні фільтри, контактні прояснювачі КП-3 (КО-3) та контактні фільтри КФ-5, повільні фільтри з механічним розпушуванням піску і гідрозмиванням забруднень після промивання та ін. Як приклад розглянемо кілька поширених технологічних схем.

Найпоширенішою як у нашій країні, так і за кордоном, є універсальна технологічна схема, зображена на рис. 6.1, а. Її можна застосовувати для очищення природної води будь-якої якості. Очищувана вода під тиском насосів першого підйому подається на барабанні сітки для вилучення крупних зависей.

Потім вона надходить у змішувач, у який додають хлор (первинне хлорування), коагулянт та за потреби лужні реагенти (підлугування води). Після змішування з реагентами вода надходить до камери утворення пластівців, вмонтовану у відстійнику. Утворені великі агрегати пластівців випадають в осад у вертикальних або горизонтальних відстійниках. Вибір останніх залежить від продуктивності станції. За великої продуктивності застосовують горизонтальні відстійники. Потім вода надходить на швидкий фільтр, перед яким за потреби до неї додають реагенти для дезодорації, фторування чи інтенсифікації процесу фільтрування. Профільтровану воду знезаражують і направляють у резервуар чистої води, звідки насосами другого підйому вона подається в мережу водоспоживача. Якщо воду використовують як технічну, то потреба в її дезодорації, фторуванні й знезараженні відпадає.

Удосконалена технологічна схема (рис. 6.1, б) передбачає реагентне оброблення води, її прояснення і знебарвлення в шарі завислого осаду та фільтрування на швидких фільтрах. Тут функції камери утворення пластівців і відстійника поєднуються в одному апараті – прояснювачі із завислим шаром осаду, що дає змогу інтенсифікувати процеси прояснення та знебарвлення. У цій технологічній схемі одночасно застосовують двошарові або двопотокові фільтри та фільтри з великозернистим завантаженням. Крім того, у цій схемі передбачається вилучення великих зависей на барабанних сітках, дезодорація, фільтрування і знезараження. Порівняно з попередньою вона компактніша.

Апарати (споруди), що входять до складу цієї технологічної схеми, менші за об'ємом, але конструктивно складніші і це, в свою чергу, ускладнює їх експлуатацію.

Технологічна схема з флотатором і швидким фільтром передбачає підготовку малокаламутних і дуже забарвлених природних вод (рис. 6.1, г).

Природну воду спочатку фільтрують на барабанних сітках, а потім подають для змішування з реагентами у вертикальний змішувач. Після цього вода надходить у камеру утворення пластівців, в якій відбувається коагулювання

дрібнодисперсних домішок води з утворенням великих пластівців. Останні у процесі флоатації перетворюються на піну флотатора. Процес прояснення і знебарвлення води завершується на швидких фільтрах, але перед початком цього процесу до неї вводять вугільну пульпу або окисник для дезодорації та фторовмісний реагент для фторування. Знезаражують очищену воду хлором. Ця технологічна схема компактна, ефективна в роботі, але має конструктивні ускладнення деяких технологічних процесів.

Застосовують технологічну схему з контактними прояснювачами (рис. 6.1, в). Із природної води на мікрофільтрах видаляють планктон й обробляють її реагентами, які подають у контактний прояснювач, де завершується прояснення і знебарвлення. У схемі передбачають також знезараження і фторування води за допомогою спеціальних установок.

Очищена кондиційна вода надходить у резервуари чистої води і під тиском насосів другого підйому – в мережу споживача.

Питання для самоконтролю:

1. Які основні методи застосовують для очищення природних вод?
2. Які фактори визначають вибір технології підготовки води?
3. Основні умови розміщення технологічних процесів і споруд у певній послідовності.
4. Охарактеризуйте основні технологічні схеми підготовки питної води з поверхневих джерел.
5. Як розділяють схеми підготовки води за кількістю технологічних процесів і числом?
6. Принципи компонування технологічної схеми для очищення вод.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 7

Методи очищення води

Основними джерелами забруднення та водночас основними споживачами підготовленої води є промисловість, сільське господарство та побутове господарство. У свою чергу, до основних форм забруднення належать фізичне хімічне, біологічне та теплове.

При **фізичному забрудненні** у водоймища потрапляють погано розчинні домішки, такі як пісок, глина або різне сміття. **Теплове забруднення** зазвичай виділяють в окремий вид, так як основним забруднюючим компонентом є тепла енергія, що опосередковано впливає на навколишнє середовище. Додатковий підігрів водоймища здатний сильно змінити біологічні процеси, які протікають у ньому, що може призвести до масової загибелі риб та інших водних жителів, або ж навпаки стати причиною бурхливого зростання водоростей або найпростіших, необхідність очищення від яких може значно ускладнити подальший процес водопідготовки. Однак слід зазначити, що теплове забруднення може позитивно впливати, тому термін «теплове забруднення» є відносним, а характер впливу на навколишнє середовище повинен оцінюватися окремо для кожного випадку.

Хімічне забруднення – це потрапляння у водойми хімічних речовин, специфічних щодо різноманітних виробництв чи галузей промисловості та сільського господарства. Особливо варто виділити забруднення нафтопродуктами, сполуками важких металів, поверхнево-активними речовинами (ПАР) та нітратами, основним джерелом яких є змив сільськогосподарських добрив. У разі **біологічного забруднення** йдеться про засмічення органічними речовинами та мікроорганізмами (у тому числі хвороботворними та паразитичними). Крім того, ряд хімічних сполук, багатих азотом і фосфором біогенного походження, є живильним середовищем для певних організмів, і забруднення водоймища такими сполуками веде до його

евтофікації – поступового заростання з подальшим перетворенням на болото.

Різноманітність різних забруднювачів породжує не меншу різноманітність способів очищення води від них. Проте, їх можна розділити на групи за принципом дії. Таким чином, найбільш загальна класифікація способів очищення виглядає так:

- фізичні;
- хімічні;
- фізико-хімічні;
- біологічні.

Кожна з груп способів включає безліч конкретних варіантів реалізації процесу очищення і його апаратного оформлення. Також необхідно враховувати, що очищення води, зазвичай, – це комплексне завдання, що вимагає для свого вирішення комбінації різних способів для досягнення максимальної ефективності. Комплексність завдання очищення обумовлюється характером забруднення – зазвичай у якості небажаних компонентів виступає цілий ряд речовин, що потребують різного підходу. Установки очищення, засновані на одному способі, зазвичай зустрічаються у тих випадках, коли вода переважно забруднена однією або декількома речовинами, ефективне відділення яких можливе в рамках одного способу. Як приклад можна навести стічні води різних виробництв, де хімічний та кількісний склад забруднювачів заздалегідь відомий і не відрізняються великою різноманітністю.

Фізичні способи (методи) очищення води

В основі роботи фізичних способів очищення води лежать різні фізичні явища, які використовуються для впливу на воду або забруднення, що містяться в ній. При очищенні великих об'ємів води ці методи використовуються переважно для видалення досить крупних твердих включень і виступають як попередня стадія грубої очистки, покликаної знизити навантаження на наступні стадії тонкого очищення. У той самий час існує низка фізичних методів, здатних

проводити глибоке очищення води, але, зазвичай, продуктивність таких методів мала.

До основних фізичних методів очищення води належать:

- проціджування;
- відстоювання;
- фільтрування (у тому числі відцентрове);
- ультрафіолетове оброблення.

Проціджування – це пропускання очищуваної води через різні ґрати і сита, на яких відбувається затримання крупних забруднювачів. Цей метод належить до грубої очистки і часто виступає як попередня стадія. Його призначення – видалити з очищуваної води забруднювачі, що легко відокремлюються, для зниження навантаження на очисні споруди і забезпечити працездатність наступних установок тонкого очищення, які можуть вийти з ладу через попадання крупних механічних включень.

Відстоювання полягає у відділенні частини механічних забруднень із води під дією гравітаційних сил, що змушують частки опускатися на дно, утворюючи осад. Відстоювання може виступати як попередня стадія очищення, на якій відокремлюються як найбільші забруднювачі, так і як проміжні стадії. Цей процес здійснюється у відстійниках – резервуарах, забезпечених пристроями для видалення осаду, час перебування води в яких розраховується за умови повного осадження всіх забруднюючих часточок, які мають бути відокремлені.

Фільтрування ґрунтується на проходженні очищуваної води через пористий шар фільтруючого матеріалу, на якому відбувається затримання часточок певного розміру. За своїм принципом фільтрація схожа з проціджуванням, проте за її допомогою можна проводити як грубе, так і тонке очищення. Фільтрування дозволяє видаляти такі забруднювачі як мул, пісок, окалина, а також різні тверді включення розміром кілька мікрон. Крім того, за допомогою фільтрації можна покращити органолептичні якості води. Механічна фільтрація набула широкого розповсюдження, як у великих установках водоочищення, так і в побутових

фільтрах малої продуктивності.

Ультрафіолетова дезінфекція води, хоч і не робить безпосередньо очищення, але активно застосовується в процесі водопідготовки і полягає в обробці вже очищеної води ультрафіолетовою частиною спектра світла (зокрема використовується діапазон хвиль з довжиною 200...400 нм), невидимою для людського ока, з метою знезараження води. Смерть живих організмів під даним випромінюванням настає переважно внаслідок ушкоджень молекул ДНК і РНК, що викликано фотохімічними реакціями, що у їх структурі. Перевагами такого способу знезараження є незалежність процесу від складу води та збереження цього складу після УФ обробки. Тим не менш, необхідно враховувати наявність у воді твердих домішок, здатних надавати екрануючий ефект відносно випромінювання.

Хімічні способи (методи) очищення води

Методи очищення цієї групи засновані на хімічній взаємодії певних речовин (реагентів) із забруднювачами, внаслідок чого останні або розкладаються на безпечні компоненти, або переходять в інший стан (наприклад, утворюють нерозчинні сполуки, що випадають у осад, що відокремлюється). Незважаючи на невелику різноманітність можливих забруднювачів і хімічних реакцій, в які ці забруднювачі можуть вступати, виділяють ряд способів очищення, що принципово відрізняються за типом хімічної взаємодії:

- нейтралізація;
- окиснення;
- відновлення.

Нейтралізація полягає в здійсненні процесу нейтралізації, при якому відбувається вирівнювання кислотно-лужного балансу за рахунок взаємодії кислот і лугів з подальшим утворенням відповідних солей і води. Нейтралізацію проводять як шляхом змішування очищуваних вод з кислотним і лужним середовищем, так і шляхом додавання реагентів, що створюють у воді

середовище певної реакції (кислотної або лужної). Для нейтралізації кислих стоків зазвичай використовують аміачну воду (NH_4OH), гідроксиди натрію та калію (NaOH та KOH), кальциновану соду (Na_2CO_3), вапняне молоко ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) тощо. У разі лужних стоків застосовують різні розчини кислот, а також кислі гази, що містять такі оксиди, як CO_2 , SO_2 , NO_2 та ін. Як кислі гази зазвичай використовують гази, що відходять, які пропускають через очищувану воду, при цьому попутно здійснюється процес очищення і самих газів від твердих включень.

Окислення та відновлення також використовується для очищення води від різних забруднюючих речовин, хоча на практиці співвідношення їх використання сильно зміщене у бік окислювачів. Незважаючи на те, що в реакції нейтралізації також протікають паралельні процеси окислення та відновлення, даний метод відрізняється використанням значно сильніших окислювачів та відновників, так як цільові забруднювачі просто не вступатимуть у реакцію з речовинами, що використовуються в методі нейтралізації очищення. З їх допомогою проводять знешкодження різних токсичних речовин, а також речовин, що важко витягуються з води іншими способами. Здійсненням реакцій окиснення домагаються переведення токсичних забруднювачів у менш токсичні або нетоксичні форми. Також за рахунок використання сильних окисників досягається загибель мікроорганізмів, що настає внаслідок окиснення їх клітинних структур. В основному застосовують хлорвмісні окисники: газоподібний хлор (Cl_2) а також різні хлорвмісні сполуки, такі як діоксид хлору (ClO_2), гіпохлориди калію, натрію та кальцію (KClO ; NaClO ; $\text{Ca}(\text{ClO})_2$). Крім цього, використовують перекис водню (H_2O_2), перманганат калію (KMnO_4), озон (O_3), кисень повітря (O_2), дихромат калію ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) та ін.

Хлорування, тобто обробка води хлорвмісними сполуками, як процес добре відпрацьовано та широко застосовується у водопідготовці. Обробка хлором має також пролонговану антибактерицидну дію, що особливо важливо при водопостачанні в умовах зношених трубопроводів, де може відбуватися

вторинне забруднення води. Крім того, реагенти для хлорування відносно дешеві та доступні. У той же час цей метод має низку недоліків, які спонукають шукати альтернативи. У деяких випадках побічні сполуки, що утворюються після хлорування, можуть бути не менш токсичними, крім того сам хлор є отруйною речовиною, тому потрібно ретельно дотримуватись умов дозування при хлоруванні. На даний момент все більшого поширення набуває обробка води озоном (озонування), оскільки ефективність цього методу багаторазово перевершує хлорування, озон не утворює небезпечних сполук і з часом розпадається на безпечний двоатомний кисень (O_2), завдяки чому передозування озону не тягне за собою небажаних та небезпечних наслідків. Широкому розповсюдженню озонування перешкоджають лише технічна та економічна складності його отримання у достатній кількості, а також вибухонебезпечність озону, що потребує дотримання суворих правил безпеки на очисних спорудах.

Фізико-хімічні засоби очищення води

Як випливає з назви, способи очищення води цієї групи поєднують у собі хімічний і фізичний вплив на забруднювачі води. Вони досить різноманітні і застосовуються для видалення різних речовин. Серед них розчинені гази, тонкодисперсні рідкі або тверді частинки, іони важких металів, а також різні речовини в розчиненому стані. Фізико-хімічні методи можуть застосовуватись як на стадії попереднього очищення, так і на пізніх етапах для глибокого очищення.

Різнманітність методів цієї групи велика, найпоширеніші з них:

- флотація;
- сорбція;
- екстракція;
- іонообмін;
- електродіаліз;
- зворотний осмос;

– термічні методи.

Флотація, стосовно водоочищення, є процес відділення гідрофобних частинок при пропусканні через воду великої кількості бульбашок газу (зазвичай повітря). Показники змочуваності забруднювача, що відокремлюється, такі, що частинки закріплюються на поверхні розділу фаз бульбашок і разом з ними піднімаються на поверхню, де утворюють шар піни, який може бути легко видалений. Якщо частка, що відокремлюється, виявляється більше за розмірами ніж бульбашки, то разом вони (частка + бульбашки) утворюють так званий флотокомплекс. Нерідко флотацію комбінують з використанням хімічних реагентів, наприклад, що сорбуються на частинках забруднювача, чим досягається зниження його змочуваності, або є коагулянтами і ведуть до укрупнення частинок, що видаляються. Флотацію переважно використовують для очищення води від різних нафтопродуктів та масел, але також можуть видалятися тверді домішки, відділення яких іншими способами є неефективним.

Існують різні варіанти здійснення процесу флотації, через що виділяють наступні її типи:

- пінна;
- напірна;
- механічна;
- пневматична;
- електрична;
- хімічна та ін.

Широко використовується метод пневматичної флотації, при якій утворення висхідного потоку бульбашок створюється за рахунок установки на дні резервуару аераторів, які зазвичай є перфорованими трубами або пластинами. Повітря, що подається під тиском, проходить крізь отвори перфорації, за рахунок чого дробиться на окремі бульбашки, що здійснюють сам процес флотації. При напірній флотації потік очищеної води змішується з потоком води, перенасиченої газом і що знаходиться під тиском, і подається в камеру флотації.

При різкому падінні тиску розчинений у питній воді газ починає виділятися як бульбашки малого розміру. У разі електрофлотації процес утворення бульбашок протікає на поверхні розташованих в очищуваній воді електродів при протіканні по них електричного струму.

Сорбційні методи засновані на вибіркового поглинанні забруднюючих речовин у поверхневому шарі сорбенту (адсорбція) або в його обсязі (абсорбція). Зокрема для очищення води використовується процес адсорбції, який може мати фізичний та хімічний характер. Відмінність полягає в способі утримання забруднювача, що адсорбується: за допомогою сил молекулярної взаємодії (фізична адсорбція) або завдяки утворенню хімічних зв'язків (хімічна адсорбція або хемосорбція). Методи цієї групи здатні досягти великої ефективності та прибирати з води навіть малі концентрації забруднювачів при великих її витратах, що робить їх кращими як методи доочищення на завершальних стадіях процесу водоочищення та водопідготовки. Сорбційними методами можуть видалятися різні гербіциди та пестициди, феноли, поверхнево-активні речовини тощо.

Як адсорбенти використовуються такі речовини як активоване вугілля, силікагелі, алюмогелі та цеоліти. Їх структура стає пористою, що значно збільшує питому площу адсорбенту, що припадає на одиницю його обсягу, через що досягається більша ефективність процесу. Сам процес адсорбційної очистки може бути здійснений шляхом змішування очищуваної води і адсорбенту, або ж шляхом фільтрації води через шар адсорбенту. Залежно від сорбуючого матеріалу та видобутого забруднювача процес може бути регенеративним (адсорбент після регенерації використовується знову) або деструктивним, коли адсорбент підлягає утилізації через неможливість його регенерації.

Очищення води методом рідинної екстракції полягає у використанні екстрагентів. Що стосується очищення води, екстрагент – це рідина, що не змішується або мало змішується з водою, значно краще розчиняє в собі забруднювачі, що витягуються з води. Процес здійснюється наступним чином:

вода, що очищається, і екстрагент перемішуються для розвитку великої поверхні контакту фаз, після чого в них відбувається перерозподіл розчинених забруднюючих речовин, більша частина яких переходить в екстрагент, потім дві фази розділяються. Насичений забруднювачами екстрагент називається екстрактом, а очищена вода – рафінатом. Далі екстрагент може бути утилізовано або регенеровано залежно від умов процесу. Даним методом з води видаляються переважно органічні сполуки, такі як феноли та органічні кислоти. Якщо речовина, що екстрагується, представляє певну цінність, то після регенерації екстрагента вона замість утилізації може бути з користю використана для інших цілей. Даний факт сприяє застосуванню екстракційного методу очищення до стічних вод підприємств для вилучення та подальшого використання або повернення у виробництво ряду речовин, що втрачаються зі стоками.

Іонний обмін переважно використовується у водопідготовці з метою пом'якшення води, тобто вилучення солей жорсткості. Сутність процесу полягає в обміні іонами між водою та спеціальним матеріалом, званим іонітом. Іоніти поділяються на катіоніти і аніоніти залежно від типу іонів, що обмінюються. З хімічної точки зору іоніт є високомолекулярною речовиною, що складається з каркаса (матриці) з великою кількістю функціональних груп, здатних до іонообміну. Існують природні іоніти, такі як цеоліти та сульфувуглі, які застосовувалися на ранніх етапах розвитку іонообмінної очистки, але у теперішній час широкого розповсюдження набули штучні іонообмінні смоли, що значно перевершують свої природні аналоги з іонообмінної здатності. Метод очищення іонним обміном набув поширення, як у промисловості, так і у побуті. Побутові іонообмінні фільтри, зазвичай, не використовуються для роботи із забрудненими водами, тому ресурсу одного фільтра вистачає на очищення великої кількості води, після чого фільтр підлягає утилізації. У той самий час при водопідготовці іонообмінний матеріал найчастіше підлягає регенерації за допомогою розчинів із великим вмістом іонів H^+ чи OH^- .

Електродіаліз є комплексним методом, що поєднує мембранний та

електричний процеси. За його допомогою можна видаляти з води різні іони та проводити знесолення. На відміну від звичайних мембранних процесів, в електродіалізі використовуються спеціальні іоноселективні мембрани, що пропускають іони лише певного знаку. Апарат для проведення електродіалізу називається електродіалізатором і являє собою ряд камер, розділених катіонообмінними і аніонообмінними мембранами, що чергуються, в які надходить очищувана вода. У крайніх камерах розташовані електроди, по яких підводиться постійний струм. Під дією електричного поля, що виникло, іони починаються рухатися до електродів згідно зі своїм зарядом, поки не зустрічають іоноселективну мембрану зі збігаючим зарядом. Це призводить до того, що в одних камерах відбувається постійний відтік іонів (камери знесолення), а в інших, навпаки, спостерігається їх накопичення (камера концентрування). Розводячи потоки з різних камер можна отримати концентрований та знесолений розчини. Безперечні переваги даного методу полягають не тільки в очищенні води від іонів, але і в отриманні концентрованих розчинів речовини, що відокремлюється, що дозволяє повертати його назад у виробництво. Це робить електродіаліз особливо затребуваним на різних хімічних підприємствах, де разом зі стоками втрачається частина цінних компонентів, і застосування цього методу здешевлюється за рахунок отримання концентрату.

Зворотний осмос належить до мембранних процесів і проводиться під тиском більше осмотичного. Осмотичний тиск – надлишковий гідростатичний тиск, прикладений до розчину, відокремленого напівпроникною перегородкою (мембраною) від чистого розчинника, при якому припиняється дифузія чистого розчинника через мембрану в розчин. Відповідно, при робочому тиску вище осмотичного буде спостерігатися зворотний перехід розчинника з розчину, за рахунок чого концентрація розчиненої речовини зростатиме. У такий спосіб можна відокремлювати розчинені гази, солі (включаючи солі жорсткості), колоїдні частинки, а також бактерії та віруси. Також установки зворотного осмосу виділяються тим, що використовуються для отримання прісної води із

морської. Даний тип очищення з успіхом використовується як у побутових умовах, так і при обробці стічних вод та водопідготовці.

Термічні методи засновані на впливі на очищувану воду підвищених або знижених температур. Одним з найбільш енергоємних процесів є випарювання, проте воно дозволяє отримати воду високого ступеня чистоти та висококонцентрований розчин із нелетючими забруднювачами. Також концентрування домішок може здійснюватися за допомогою виморожування, оскільки в першу чергу починає кристалізуватися чиста вода, і лише потім її частина з розчиненими забруднювачами. Випарюванням, як і виморожуванням, можна проводити кристалізацію – виділення домішок у вигляді кристалів, що випадають в осад, з насиченого розчину. Як екстремальний метод використовується термічне окислення, коли очищувана вода розпорошується і піддається впливу високотемпературних продуктів згоряння палива. Даний метод використовується для нейтралізації високотоксичних або забруднювачів, що важко розкладаються.

Біологічні засоби (методи) очищення води

Способи очищення цієї групи засновані на використанні живих організмів. Незважаючи на очевидність методу, біологічне очищення є найбільш передовим та перспективним напрямком в очищенні стічних вод. Для здійснення процесу зазвичай використовуються бактерії різних видів, але також це можуть бути нижчі гриби та водорості, найпростіші і навіть деякі багатоклітинні, такі як червоні черви та мотиль. Однією з особливостей біологічного методу очищення є можливість вибору певних живих організмів для оптимальної очистки стічних вод заданого хімічного складу. Так нітрофікуючі бактерії, такі як *Nitrobacter* і *Nitrosomonas*, здатні окислювати азотовмісні сполуки в процесі харчування, а фосфат акумулюючі організми застосовуються для очищення води від фосфору.

Скупчення мікроорганізмів, що використовується при біологічному очищенні, називається активним мулом. Він є темно-коричневою або чорною

рідкою масою із земляним запахом, яка при відстоюванні утворює осідаючі пластівці. Завдяки цьому активний мул може бути порівняно легко відокремлений від води після завершення процесу очищення. Самі мікроорганізми, зазвичай, перебувають у активному мулі не поодиноко, а складі колоній, званих зооглеї. Залежно від складу очищуваної води і умов проведення процесу очищення зооглеї можуть мати різну форму: кулясту, деревоподібну та ін.

У загальному випадку всі мікроорганізми, що використовуються в біоочищенні, можна розділити на дві великі групи, що визначають характер проведення процесу: аеробні та анаеробні. Аеробні організми споживають кисень у процесі харчування, необхідний для окислення речовин. У свою чергу анаеробні організми не потребують кисню. Для процесу очищення використання мікроорганізмів того чи іншого типу визначає характер проведення процесу та необхідне для його здійснення обладнання.

Біологічне очищення може проводитись у таких умовах:

- біологічні ставки;
- поля фільтрації;
- біофільтри;
- аеротенки (окситенки);
- метантенки.

У перших двох випадках використовуються дуже прості споруди. Біологічний ставок – це природна або штучна водойма із, зазвичай, природною аерацією, в якій живуть мікроорганізми активного мулу. Поле фільтрації є ділянка ґрунту (пісок, глина, суглинок або торф), через який здійснюють фільтрацію води та її очищення за рахунок мікроорганізмів, що містяться в ґрунті. Споруди такого типу нездатні працювати із сильнозабрудненими водами при великій витраті. У той же час вони майже не вимагають експлуатаційних витрат та постійного контролю з боку людини.

Біофільтр – це споруда, в якій очищення води здійснюється шляхом

фільтрації через шар завантажувального матеріалу, покритого шаром аеробних мікроорганізмів, який також називається біоплівкою. Для забезпечення достатньої кількості кисню, необхідного організмам для біорозкладання забруднювачів, передбачається повітророзподільна система. Однак аерація може здійснюватися і природним шляхом.

Аеротенк є складнішою очисною спорудою, у якій аерація здійснюється штучним чином. Як випливає з опису, у ньому проводиться очищення аеробними мікроорганізмами. Перед подачею в аеротенк вода попередньо змішується з активним мулом. Аерація в аеротенці не тільки насичує середовище киснем, стимулюючи процеси біорозкладання забруднень, але й забезпечує додаткове перемішування. Зазвичай для аерації використовується атмосферне повітря, але у разі окситенків замість нього використовується технічний кисень, що значно збільшує ефективність процесу.

Біологічне очищення стічних вод анаеробними організмами переважно проводиться в метантенках. Відмінною особливістю такої очистки є відсутність потреби в кисні та отримання біогазу як продукт життєдіяльності анаеробних бактерій. Також в метантенк зазвичай подається не сама вода, а концентрований осад, що випадає у відстійниках, який необхідно піддати бродінню. Для інтенсифікації процесу бродіння у метантенку може бути передбачений додатковий підігрів. При цьому виділяють мезофільне зброджування, яке проводиться при 30...35°C, і термофільне зброджування, яке проводиться при 50...55°C. Сам процес анаеробного розкладання досить складний і протікає кілька стадій, але в завершальній стадії відбувається утворення метану, що є екологічно чистим паливом.

Питання для самоконтролю:

1. Надайте характеристику фізичного забруднення.
2. Надайте характеристику хімічного забруднення.
3. Надайте характеристику біологічного забруднення.

4. Надайте характеристику теплового забруднення.
5. Фізичні методи очищення води. У яких випадках застосовуються?
6. Хімічні методи очищення води. У яких випадках застосовуються?
7. Фізико-хімічні методи очищення води. У яких випадках застосовуються?
8. Біологічні методи очищення води. У яких випадках застосовуються?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 8

Системи водовідведення

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**.

Частина каналізованої території, яка обмежена вододілами, тобто найвищими за відмітками землі лініями, від яких рельєф місцевості знижується всередину цієї території, має назву **басейну каналізування**. Басейнами є і райони з пониженням рельєфу до однієї із своїх меж (до водоймища, яру). У межах кожного басейну вулична каналізаційна мережа об'єднується одним або декількома колекторами, які відводять стічні води за межі басейну.

Внутрішні й зовнішні водовідвідні мережі є елементами спільної 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.

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.

Мережу, призначену для відведення атмосферних вод, називають **водостоком** або **мережею дощової каналізації**, а мережу, призначену для відведення побутових вод, – **мережею побутової каналізації**. Забруднені виробничі води відводяться в мережу побутової каналізації, якщо вони не роблять шкідливу дію на процеси очищення, інакше для відведення цих вод влаштовують спеціальну мережу виробничої каналізації.

Схемою каналізації називають зображення на плані населеного пункту або промислового майданчика запроектованих для них каналізаційних споруд (мереж, насосних і очисних станцій).

При проектуванні каналізаційної мережі визначають басейни каналізування, проводять трасування мережі, призначають початкову глибину закладення труб, визначають розрахункові витрати для ділянок мережі, проводять гідравлічний розрахунок і конструювання мережі, складають поздовжні профілі і проектують споруди на каналізаційній мережі.

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 випуску води і прийому стічних вод підприємствами комунального водопостачання і водовідведення».

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 Мінекології 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 проєктуванні 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 водойм як джерела водопостачання, риборозведення, відпочинку.

Приклади розв'язання завдань

Приклад 1. Визначити кількість стічних вод (Q_{mid} , $q_{mid.s}$, $q_{розр.}$) від населення кварталу площею 6 га зі щільністю населення 300 чол./га та питомим водовідведенням 270 л/доб на одного жителя.

Рішення: Середньодобова витрата стічних вод дорівнює

$$Q_{mid} = \frac{N \cdot q_6}{1000}, \text{ м}^3/\text{доб},$$

$$Q_{mid} = \frac{6 \cdot 300 \cdot 270}{1000} = 486 \text{ м}^3/\text{доб}.$$

Середньо секундна витрата стічних вод складає

$$q_{mid.s} = \frac{N \cdot q_6}{24 \cdot 3600}, \text{ л/с},$$

$$q_{mid.s} = \frac{6 \cdot 300 \cdot 270}{24 \cdot 3600} = 5,625 \text{ л/с}$$

Розрахункова витрата

$$q_{max.s} = q_{mid.s} \cdot K_{gen.max}, \text{ л/с},$$

$$q_{max.s} = 5,625 \cdot 2,5 = 14,06 \text{ л/с}.$$

Приклад 2. Визначити загальну кількість стічних вод від міста з населенням 130000 чоловік при питомому водовідведенні 240 л/доб. На одного жителя і промислового підприємства з кількістю працюючих 2000 чол, користуються душем 60% від загальної кількості працюючих. Об'єм продукції, що випускається, 1500 од/доб., а питома витрата на одиницю продукції 0,3 м³.

Рішення: Середньодобова витрата стічних вод дорівнює

$$Q_{mid} = \frac{130000 \cdot 240}{1000} = 31200 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

Середньо секундна витрата стічних вод складає

$$q_{mid.s} = \frac{13000 \cdot 240}{24 \cdot 3600} = 361,1 \text{ л/с.}$$

У витрати стічних вод промислових підприємств входять господарсько-побутові, від прийому душу та виробничі витрати.

Розрахунок кількості господарсько-побутових стічних вод промислових підприємств проводиться за формулою

$$Q_{год} = \frac{45 \cdot 1400 \cdot 2,5 + 25 \cdot 600 \cdot 3}{1000 \cdot 8} = 25,31 \text{ м}^3/\text{год},$$

де 1400 чол. – працює в холодних цехах у зміну;

600 чол. – працює у гарячих цехах у зміну.

$$q = \frac{25,31}{3,6} = 7,03 \text{ л/с.}$$

Витрата душових стічних вод у розрахункову зміну

$$Q = \frac{500 \cdot 80 \cdot 45}{1000 \cdot 60} \cdot 1 = 300 \text{ м}^3/\text{год.}$$

$$Q = \frac{500 \cdot m}{3600} \cdot \frac{N_{зм}}{N_{зм.макс}}, \text{ л/с,}$$

$$Q = \frac{500 \cdot 80}{3600} \cdot 1 = 11 \text{ л/с.}$$

Кількість душових сіток

$$m = \frac{N_3}{n_{гор}} + \frac{N_4}{n_{хол}}, \text{ шт.,}$$

$$m = \frac{1200}{15} = 80 \text{ шт.}$$

Середньодобова витрата стічних вод від технологічних процесів

$$Q_{mid} = 1500 \cdot 0,3 = 450 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

Розрахункова витрата виробничих стічних вод

$$Q_{max.s} = \frac{1500 \cdot 0,3}{8 \cdot 3,6} \cdot 2 = 31,25 \text{ л/с.}$$

Розрахункова витрата стічних вод від промислового підприємства

$$q_{sum} = 7,03 + 11,0 + 31,25 + 49,28 \text{ л/с.}$$

Сумарна розрахункова витрата стічних вод від міста та промислового підприємства складе

$$Q = 361,1 + 49,28 = 410,38 \text{ л/с.}$$

Приклад 3. Визначити модуль стоку і витрату стічних вод від кварталу площею 11 га з щільністю населення 280 чол./га та питомим водовідведенням 250 л/доб. Від одного жителя.

Рішення: Модуль стоку складає

$$q_0 = \frac{P \cdot q_6}{24 \cdot 3600} \text{ , л/с} \cdot \text{га,}$$

$$q_0 = \frac{280 \cdot 250}{24 \cdot 3600} = 0,667 \text{ л/с} \cdot \text{га.}$$

Середньо секундна витрата стічних вод

$$Q_{mid.s} = q_0 \cdot F \text{ , л/с,}$$

$$Q_{mid.s} = 0,667 \cdot 11 = 7,337 \text{ л/с.}$$

Вихідні дані по підприємствам наведені в таблиці.

Підприємства	Витрата стічних вод, м ³ /добу
1	3500
2	1750
3	2000

Загальна кількість стічних вод

$$Q_{mid} = 3500 + 1750 + 2000 = 7250 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

Середньо секундна витрата стічних вод складає

$$q_{mid.s} = \frac{Q_{mid}}{24 \cdot 3,6}, \text{ м}^3/\text{доб.},$$
$$q_{mid.s} = \frac{7250}{24 \cdot 3,6} = 83,9 \text{ л/с.}$$

Розрахункова витрата

$$q_{max.s} = 83,91 \cdot 1,64 = 137,61 \text{ л/с.}$$

Приклад 4. Середньодобова витрата стічних вод від населення $Q_{mid}=90000 \text{ м}^3/\text{добу}$, похил місцевості $i=0,002$. Необхідно визначити діаметр колектору, швидкість у колекторі та його наповнення при мінімальному та максимальному похилі.

Рішення: Розрахункова витрата стічних вод складає

$$q_{max.s} = \frac{q_{mid.s} \cdot K_{gen.max}}{24 \cdot 3,6}, \text{ л/с,}$$
$$q_{max.s} = \frac{90000 \cdot 1,4}{24 \cdot 3,6} = 1531,25 \text{ л/с.}$$

При мінімальному похилі (0,002) діаметр колектору складе 1200 мм, швидкість 1,64 м/с, наповнення 0,77.

При максимальному похилі (0,009) діаметр колектору складе 1000 мм, швидкість 2,95 ($\leq 3 \text{ м/с}$), наповнення 0,63.

Приклад 5. Витрата 39 л/с, похил місцевості за трасою колектору $i=0,005$. Визначити, чи можна прокласти колектор паралельно рельєфу місцевості.

Рішення: Так як заданий ухил місцевості $i_m \geq i_{min}$ забезпечує швидкість самоочищення, то приймаємо $i_0=i_m=0,005$ і діаметр колектору 300 мм, при цьому $h/d=0,55$ і швидкість 0,98 м/с. У відповідності до ДБН при $d=300$ мм, h/d 0,6, $V = 0,8 \text{ м/с}$. Отримане рішення є прийнятним.

Приклад 6. Визначити похил колектору і швидкість течії стічних вод в ньому при витраті 200 л/с, діаметрі 500 мм і при заданому наповненні 0,75.

Рішення: За таблицями М.Ф. Федорова знаходимо, що при $h/d=0,75$ та $i=0,003$ витрата дорівнює 184,81 л/с, а швидкість 1,17 м/с; при $i=0,004$ витрата дорівнює 213,25 л/с, а швидкість 1,35 л/с.

Визначаємо ухил за формулою

$$i_0 = 0,003 + \frac{200 - 184,81}{213,25 - 184,81} (0,004 - 0,003) = 0,0035$$

Визначаємо швидкість за формулою

$$V = 1,17 + \frac{200 - 184,81}{213,25 - 184,81} (1,35 - 1,17) = 1,27 \text{ м/с.}$$

Питання для самоконтролю:

1. Дайте визначення терміну «водовідвідна система» або «каналізація».
2. Що таке «мережа дощової каналізації»?
3. Дайте визначення терміну «мережа побутової каналізації».
4. Чим відрізняється мережа побутової каналізації від мережі дощової каналізації?
5. Схема каналізації.
6. Трасування зовнішніх мереж водовідведення.
7. Особливості обладнання та споруд каналізаційних мереж.
8. Порядок проектування системи водовідведення населеного пункту.
9. Умови прийому стічних вод у каналізаційну мережу міста.
10. Умови скидання очищених стічних вод у водні об'єкти.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 9

Очищення стічних вод

Відомі механічний, біологічний і фізико-хімічний методи очищення стічних вод, що дозволяють видалити з них певні види забруднень.

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.

Механічне очищення стічних вод застосовують для видалення завислих (нерозчинених) домішок і частково колоїдів, змішання стічних вод і усереднювання концентрації їх забруднень. Механічне очищення проводять проціджуванням, відстоюванням і фільтруванням. Склад споруд комплексу очищення стічних вод приймають залежно від необхідного ступеня їх очищення з урахуванням конкретних даних про місцеві умови.

Біологічне очищення стічних вод здійснюють для видалення розчинених і колоїдних органічних речовин у процесі їх окислення або відновлення за допомогою мікроорганізмів, здатних в ході своєї життєдіяльності здійснювати їх мінералізацію. Вона може відбуватися у природних і штучних умовах.

Знезараження (дезинфекцію) 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 дезинфекції цих споруд.

Приклади розв'язання завдань

Приклад 1. Визначити концентрації забруднень у господарсько-побутових стічних водах від населеного пункту, а якому проживають 46,5 тис. жителів. Норма водовідведення 230 л/(чол.·доб).

Рішення: Визначаємо концентрації забруднень у стічних водах:

$$C_{zn}^{ЗР} = \frac{a^{ЗР} \cdot 1000}{q_w} = \frac{65 \cdot 1000}{230} = 283 \text{ мг/л,}$$

$$C_{zn}^{БПК} = \frac{a^{БПК} \cdot 1000}{q_w} = \frac{40 \cdot 1000}{230} = 174 \text{ мг/л,}$$

$$C_{zn}^{ПАВ} = \frac{a^{ПАВ} \cdot 1000}{q_w} = \frac{2,5 \cdot 1000}{230} = 10,9 \text{ мг/л,}$$

де: $a^{ЗР}$, $a^{БПК}$, $a^{ПАВ}$ - норма забруднюючих речовин з розрахунку на одного жителя, відповідно: за завислими речовинами - $a^{ЗР} = 65$ мг/л; за БПК_{повн} проясненої води - $a^{БПК} = 40$ мг/л; за поверхнево-активними речовинами - $a^{ПАВ} = 2,5$ мг/л; N_k - кількість жителів, що проживають у каналізованих районах, чол.; q_w - добова норма водовідведення л/(чол.·доб).

Питання для самоконтролю:

1. Надайте характеристику фізичного забруднення.
2. Надайте характеристику хімічного забруднення.
3. Надайте характеристику біологічного забруднення.
4. Надайте характеристику теплового забруднення.
5. Фізичні методи очищення води. У яких випадках застосовуються?
6. Хімічні методи очищення води. У яких випадках застосовуються?
7. Фізико-хімічні методи очищення води. У яких випадках застосовуються?
8. Біологічні методи очищення води. У яких випадках застосовуються?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 10

Спеціальні питні та поливальні водопроводи

Для подачі газованої, підсоленої, охолодженої або звичайної питної води у приміщення та цехи промислових підприємств проєктують спеціальні питні водопроводи. Такі водопроводи складаються з індивідуальних або централізованих установок для підготовки води потрібної якості, мережі трубопроводів і водорозбірної арматури. В якості водорозбірної арматури широко використовуються питні фонтанчики, що складаються з труби, що підводить, діаметром 10-15 мм, запірною пристрою, наконечника, що забезпечує подачу струменя води вгору, зливної частини з випуском і трубопроводом, приєднаним сифоном до каналізаційної або водостічної мережі. Питні фонтанчики в гарячих цехах встановлюють із розрахунку один на 50 чол., в інших цехах та побутових приміщеннях – один на 75–100 чол., на території плавальних басейнів, стадіонів, спортзалів – один на 50–75 чол. Витрата води на один фонтан зазвичай становить 0,04 л/с. При груповій установці фонтанчиків витрата води в трубопроводах визначається з розрахунку одночасної дії 60% фонтанчиків, встановлених у гарячих цехах, та 30% фонтанчиків, встановлених в інших цехах та приміщеннях.

Для поливання територій навколо будівель та зелених насаджень проєктують поливні водопроводи, що приєднуються до мережі зовнішнього або внутрішнього водопроводу.

Для поливання територій підприємств, парків, садів, стадіонів часто влаштовують спеціальну мережу поливального водопроводу з установкою поливальних кранів. Поливальні крани розміщують у чавунних колодязях (килимах) або відкрито. Трубопроводи мережі поливального водопроводу прокладають по землі або на глибині 50...70 см від поверхні землі з ухилом для повного спорожнення їх у зимовий період при негативних температурах зовнішнього повітря.

Кількість води, що витрачається для поливання території та зелених насаджень, залежить від кліматичних умов. На поливання 1 м² територій або зелених насаджень витрачається від 0,4 до 6 л води. Поливальний кран забезпечує витрату води близько 0,4 л/с.

Для можливості поливання території довкола будівель внутрішні водопроводи, зазвичай, обладнують поливальними кранами. Ці крани виводять до зовнішніх стін (цоколя) будівлі в ніші на висоті 0,3...0,35 м від поверхні землі через кожні 60...70 м по периметру будівлі. Підводки до кранів повинні бути обладнані запірними вентилями, які розташовані в теплому приміщенні будівель. Для можливості спуску води на зиму підведення прокладається з ухилом у бік поливального крана, а в зниженій точці підведення додатково встановлюється трійник із пробкою або кран для спуску води.

Полівальний кран складається з вентиля діаметром 15-25 мм і напівгайки, що швидко змикається, для приєднання рукава (шлангу).

Полівальні крани, що встановлюються у приміщеннях будівель лазень, пралень для миття підлог, розташовують на висоті 1,25 м від підлоги.

Питання для самоконтролю:

1. З якою метою встановлюють спеціальні питні водопроводи?
2. З якою метою влаштовують поливальні крани?
3. Де розміщують поливальні крани?

ЛІТЕРАТУРА

1. Сорокіна К. Б. Очисні споруди водопостачання: конспект лекцій для студентів денної і заочної форм навчання освітнього рівня «бакалавр» спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, спеціалізація «Цивільна інженерія (Водопостачання та водовідведення)» / К. Б. Сорокіна; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 84 с.
2. Тугай А.М., Терновцев В.О., Тугай Я.А. Розрахунок і проектування споруд систем водопостачання. – К., 2001. – 303 с.
3. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 134 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/12/99.1.-DBN-V.2.5-642012.-Vnutrishniy-vodoprovid-ta-kanali.pdf>
4. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 115 с.
5. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 96 с.
6. ДСанПіН 2.2.4-400-10. «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання». – К.,2010. – 8 с.
7. ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». – К.,2010. – 13 с.
8. Системи подачі та розподілення води населених пунктів: Навчальний посібник/ Ткачук О.А., Косінов В.П., Новицька О.С.– Рівне: НУВГП, 2011. – 273 с.
9. Системи водовідведення: Навчальний посібник/ Гіроль М., Охримюк Б., Собчук Г., Лагуд Г. – Рівне: НУВГП, 2011. – 444 с.
10. Водопостачання і водовідведення./Кравченко В.С., Гіроль М.М., Мацнева Т.С. - Р.:НУВГП, 2007 - 432 с.

11. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод. – Рівне: ВАТ "Рівненська друкарня", 2002. – 622 с.
12. Кравченко В.С., Саблій Л.А., Зінич П.Л. Санітарно-технічне обладнання будинків: Підручник. – Рівне: УДУВГП, 2003. - 442 с.
13. Душкин С. С. Конспект лекцій по курсу «Водопроводные системы и сооружения» для студентов 2 и 3 курсов дневной и заочной форм обучения направления подготовки 6.060103 – Гидротехника (водные ресурсы) / С.С. Душкин ; Харьков. нац. ун-т гор. хоз-ва им. А. Н. Бекетова. – Харьков: ХНУХГ им. А. Н. Бекетова, 2017. – 115 с.
14. Орлов В.О. Водопостачання і водовідведення. Інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення / В.О. Орлов, А.М. Зошук. – Рівне: НУВГП, 2008. – 114 с.
15. Методичні вказівки до самостійного вивчення, практичних занять та виконання контрольної роботи з дисципліни «Водопостачання та водовідведення» (для студентів 3 – 4 курсів усіх форм навчання напрямів 0921 (6.060101) – «Будівництво», спеціальностей «Промислове і цивільне будівництво», «Технічне обслуговування, ремонт та реконструкція будівель», «Охорона праці у будівництві», «Міське будівництво та господарство» та слухачів другої вищої освіти). Укл.: Гуцал І.О., Благодарна Г.І. – Х.: ХНАМГ, 2009. – 76 с.
16. Водопостачання та водовідведення. Навчально-методичний посібник для студентів спеціальностей «Промислове та цивільне будівництво», «Міське будівництво і господарство» / Уклад. В.І. Сокольник, О.Г. Добровольська – Запоріжжя: ЗДІА – 2009 р. - 80 с.

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять

з дисципліни «Мережі та споруди водопостачання та водовідведення
населених міст»

*(для студентів усіх форм навчання
спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»)
(Електронне видання)*

Укладач: Наталія Іванівна БІЛОШИЦЬКА

Оригінал - макет Н.І. Білошицька

Підписано до друку _____

Формат 60×84¹/₁₆. Папір типограф. Гарнитура Times.

Друк офсетний. Умов. друк. арк. ____ . Обл.-вид.арк. ____ .

Тираж ____ прим. Вид. № ____ . Замовл. № ____ . Ціна договірна.

Видавництво Східноукраїнського національного університету
імені Володимира Даля

Адреса видавництва: м. Северодонецьк, просп. Центральний, 59-а, Телефон:
+38(050) 218 04 78, факс (064 52) 4 03 42

E-mail: vidavnictvosnu@gmail.com