

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля

КАФЕДРА БУДІВНИЦТВА, УРБАНІСТИКИ ТА ПРОСТОРОВОГО ПЛАНУВАННЯ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

«Мережі та споруди водопостачання та водовідведення населених міст»

Частина 2

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

(Електронне видання)

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні кафедри будівництва,
урбаністики та просторового
планування

Протокол № 10 від 28.05.2024 р.

Київ 2024

УДК 628 (075.8)

Конспект лекцій з дисципліни «Мережі та споруди водопостачання та водовідведення населених міст». Частина 2 (для здобувачів вищої освіти спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія) (Електронне видання) / уклад.: Н.І. Білошицька. – Київ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2024. – 115 с.

Конспект лекцій спрямований на засвоєння студентами теоретичного матеріалу з дисципліни «Мережі та споруди водопостачання та водовідведення населених міст».

Конспект лекцій містить інформацію про вимоги, що висувуються до мереж та споруд водопостачання та водовідведення населених міст, рекомендації з підготовки та етапів проектування.

Конспект лекцій охоплює широкий спектр тем, вивчення яких є обов'язковим для здобувачів освіти зі спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»: основні положення та вимоги державних стандартів до систем водопостачання і водовідведення; класифікації 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.

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

Рецензент: П.Є. Уваров – к.т.н., доцент

ЗМІСТ

Вступ	5
Змістовий модуль 1. Методи і способи підготовки води для питних та технологічних потреб	6
1. Вимоги до якості води та стандарти якості	6
1.1. Якість води водних об'єктів	6
1.2. Вимоги споживачів до якості води та стандарти якості	15
1.3. Фізичні, хімічні, мікробіологічні та біологічні показники води	16
1.4. Класифікація домішок у стічних водах	29
1.5. Поліпшення якості води	36
Питання для самоконтролю	43
2. Спеціальні методи підготовки води	44
2.1. Дезодорація	44
2.2. Пом'якшення	45
2.3. Стабілізація	48
2.4. Знесолення	49
2.5. Охолодження	49
2.6. Очищення стічних вод відновленням	50
2.7. Радіаційне окислення	53
2.8. Адсорбційне очищення води	56
2.9. Методи регенерації адсорбентів	58
Питання для самоконтролю	58
Модуль 2. Водовідведення та споруди для очищення стічних вод	59
3. Системи і схеми водовідведення	59
3.1. Призначення каналізації та класифікація стічних вод	59
3.2. Класифікація систем каналізації	62
3.3. Схеми каналізації	67
3.4. Зовнішні мережі водовідведення	69

3.5.	Насосні станції перекачки стічних вод	71
	Питання для самоконтролю	72
4.	Очищення стічних вод	73
4.1.	Види стічних вод	74
4.2.	Методи і технологічні схеми очищення стічних вод	77
4.3.	Споруди механічного очищення стічних вод	82
4.4.	Біохімічне очищення стічних вод	84
4.5.	Знезараження біологічно очищених стічних вод	85
	Питання для самоконтролю	86
5.	Внутрішнє водопостачання та каналізація	87
5.1.	Системи та схеми внутрішніх водопроводів	87
5.2.	Основні елементи та обладнання внутрішніх водопровідних мереж	92
5.3.	Вводи та водомірні вузли	95
5.4.	Особливості влаштування систем гарячого водопостачання	98
5.5.	Протипожежне водопостачання будинків	101
5.6.	Внутрішня каналізація. Системи та основні елементи	106
	Питання для самоконтролю	112
	Література	113

ВСТУП

Наведені в конспекті матеріали спрямовані на формування у здобувачів вищої освіти знань і навичок при підготовці спеціалістів, які проєктують та обслуговують інженерні комунікації – системи водопостачання та водовідведення. 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 про джерела, системи і схеми водопостачання; споруди і мережі водопостачання та водовідведення, який 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 технологій, методів доведення і освоєння технологічних процесів будівельного виробництва, експлуатації, обслуговування будівель, споруд, інженерних систем, виробництва будівельних матеріалів, виробів та конструкцій, машин та устаткування.

МОДУЛЬ 1. МЕТОДИ І СПОСОБИ ПІДГОТОВКИ ВОДИ ДЛЯ ПИТНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОТРЕБ

ТЕМА 1

ВИМОГИ ДО ЯКОСТІ ВОДИ ТА СТАНДАРТИ ЯКОСТІ

План:

- 1.1. Якість води водних об'єктів
- 1.2. Вимоги споживачів до якості води та стандарти якості
- 1.3. Фізичні, хімічні, мікробіологічні та біологічні показники води
- 1.4. Класифікація домішок у стічних водах
- 1.5. Поліпшення якості води

1.1. Якість води водних об'єктів

Загальновідомо, що ситуація з питною водою як в глобальному, так і в локальному масштабі напружена. Головними планетарними проблемами є:

- дефіцит запасів питної води;
- погіршення якості питної води;
- деструкція муніципального централізованого водопостачання.

Об'єм води на Землі становить, по різних оцінках, 1400...1500 млн. км³. Прісна вода становить 2,5% від загальної кількості води. Більшість прісної води (68,7%) накопичується в льодяному покриві Арктики та Антарктиди, а також у гірських льодовиках. Близько 30,1 % представлено прісними підземними водами. Однак тільки 2,5% (35 млн. км³) є прісною водою і тільки 1% (350 тис. км³) доступні для використання в якості питної, надходячи з річок, озер, підземних джерел. Інша питна вода присутня в гідросфері у вигляді льодовиків і ґрунтових вод.

На теперішній час спостерігається помітне скорочення запасів питної води з традиційних джерел в результаті істотного збільшення кількості населення, за рахунок збільшення народжуваності в країнах, які розвиваються, і зростання тривалості життя в розвинених.

За останні 200 років кількість людей на планеті збільшилася у 8 разів – з 1 млрд. в 1820 році до 8,0 млрд. в 2022 році. Відповідно, пропорційно збільшилися витрати води, яка необхідна не тільки для питних потреб, але і для технологічних потреб: виробництва енергії, їжі, одяжі та ін. Останні прогнози ООН показують, що населення світу може зрости приблизно до 8,5 мільярдів у 2030 році та до 9,7 мільярдів у 2050 році, а піку приблизно в 10,4 мільярда людей досягти протягом 2080-х років і залишатися на цьому рівні до 2100 року. Потреба населення у воді збільшиться на 30%, в енергії на – 45% і в їжі на 50%. При цьому запаси води на планеті не змінилися і не зміняться, скорочується тільки доля доступної для використання та природної для пиття води.

У теперішній час практично 2 млрд. людей більше ніж у 80 країнах мають обмежений доступ до питної води. Очікується, що до 2025 року дане число збільшиться до 3 млрд. Саме ця проблема сьогодні признана однією з головних загроз існування нашої цивілізації.

Єдиним рішенням для збільшення запасів доступної питної води на сьогодні є можливість використання альтернативних джерел, а особливо – морської та стічної води. Доведення якості такої води до рівня потреби до питної можливо тільки з використанням найбільш сучасних методів локальної водопідготовки.

Другою за значенням є проблема погіршення якості питної води як за рахунок збільшення в водоймах вмісту нормованих (природних та антропогенних) забруднень, так і за рахунок присутності відносно недавно виявлених хімічних речовин, які потрапляють у питну воду в мізерних (виражених в мікрограмах) кількостях, аналітичне визначення яких утруднене, а вплив на живі організми мало вивчено. Джерелами надходження у воду цих речовин можуть бути: тара для води у пляшках, фармацевтичні препарати, косметичні засоби, біологічно активні добавки тощо. За деякими оцінками, подібних сполук налічується до 60000, і вони сьогодні відомі під загальною назвою «мікроорганічне забруднення» (МОЗ). Видалення МОЗ не відбувається ні на жодному з етапів традиційної централізованої водопідготовки і водоочищення. За результатами

багаточисленних досліджень, ефективна очистка води від МОЗ можлива тільки при комплексному використанні сучасних методів локальної водопідготовки.

На третьому місці – глобальні проблеми муніципального водопостачання, які пов'язані не тільки з застарілими технологіями і інфраструктурою в аварійному стані або зруйнованою, але й з проблемою вторинного забруднення води при її транспортуванні продуктами корозії, а також деструкції біоплівки, яка утворюється на внутрішніх поверхнях трубопроводів. Поява і розвиток біоплівки призводить до появи ряду проблем, зокрема: зниженню прохідності труб, зменшенню їх теплопровідності і, відповідно, збільшенню енергозатрат, а також корозії обладнання під дією продуктів життєдіяльності «мешканців» біоплівки (так званій біокорозії). Крім того, біоплівка акумулює токсичні органічні сполуки, важкі метали, патогенні мікроорганізми, які при її руйнуванні потім потрапляють у воду.

Не можна забувати і про втрати питної води в ході її транспортування до споживача. В деяких випадках витік води в трубопроводах досягає 60% і більше. Варто зазначити, що проблеми муніципального водопостачання є вкрай гострими і достатньо подібними для всіх країн незалежно від розміру їх ВВП.

Загальновизнаним у світі виходом із сформованої ситуації є максимально широке використання локальної водопідготовки, в доповнення і в якості альтернативи централізованої.

На сьогоднішній день арсенал методів, які використовуються в локальній водопідготовці, надзвичайно широкий, і число інновацій продовжує зростати. Успішність діяльності спеціалістів у цій галузі значною мірою визначається рівнем їхньої інформованості.

Незважаючи на велику кількість малих та великих водойм, Україна – одна із найменш забезпечених водними ресурсами країн в Європі (рис. 1.1).

Регіони України забезпечені водою по-різному (рис. 1.2): в Ужгороді – на рівні благополучної Швейцарії, а в Одеській області – на рівні засушливого Алжира.

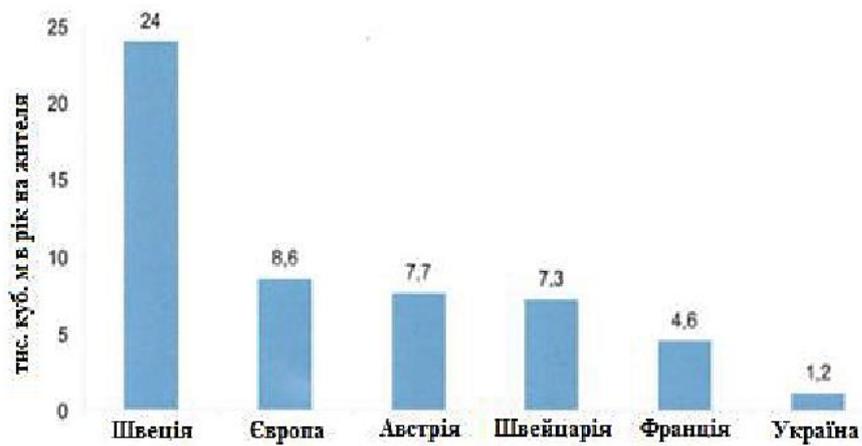


Рис. 1.1. Забезпеченість країн Європи водними ресурсами

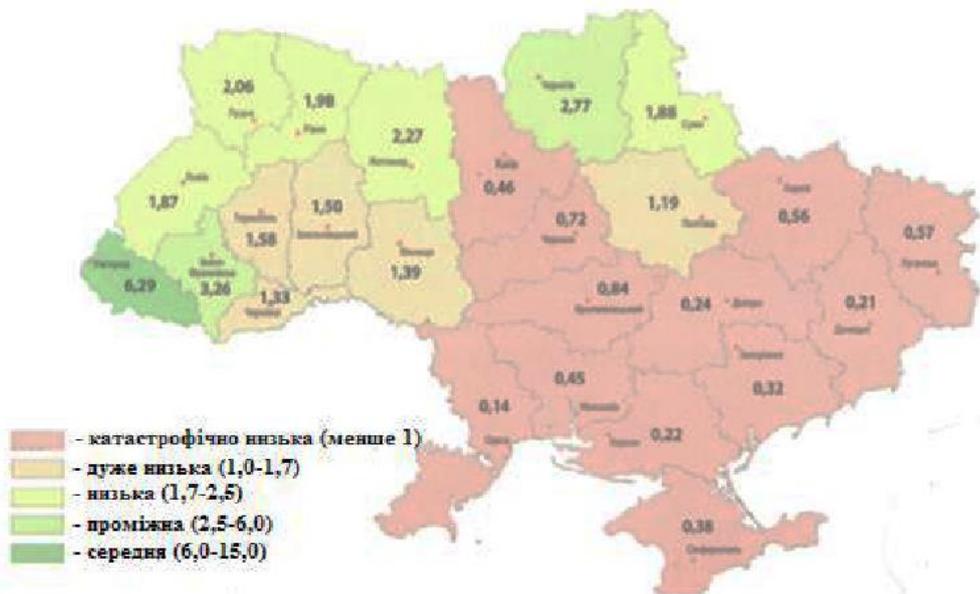


Рис. 1.2. Забезпеченість водними ресурсами різних регіонів України

В цілому для більш ніж половини території країни рівень забезпечення водою відповідає градації «катастрофічно низький».

Ще гірше справа з дотриманням водного балансу. Так, дисбаланс, відповідний градації «катастрофічний», при якому різниця між необхідною кількістю води і наявною перевищує значення 10 тис. м³ у рік на людину, спостерігається в п'яти південно-східних областях України. Правда, збалансованими можна вважати також п'ять областей – чотири західних і в одну північну. В середньому Україна знаходиться в зоні між «допустимим» і «надзвичайним» дисбалансом (рис. 1.3). В цьому випадку вже пора задуматись

щодо альтернативних джерел водопостачання – наприклад, повторне використання стічних вод та/чи застосування опрісненої морської води.

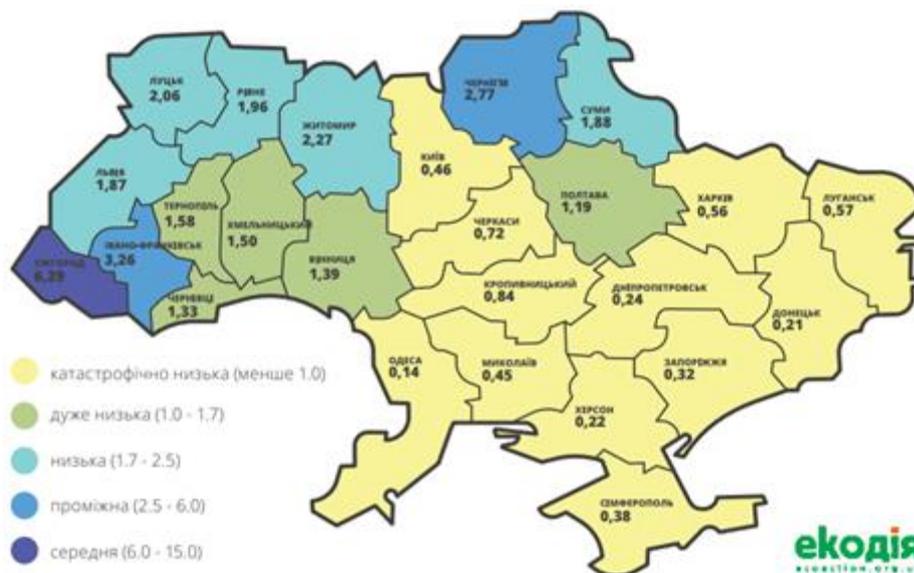


Рис. 1.3. Забезпеченість місцевими водними ресурсами різних регіонів України (тис. м³ на рік на одну людину, 2020 рік)

Всього країна в рік споживає близько 10-15 км³ води (рис. 1.4). В основному вода надходить із поверхневих прісних джерел, головним чином із річки Дніпро, де забір становить від 7,5 до 10 км³ води в рік. Це становить приблизно 25% загальної кількості води в Дніпрі. Для порівняння: водозабір з Сіверського Донця досягає 64%, що вже критично з екологічної точки зору (рис. 1.5, 1.6).

Значна частина води, забраної із підземних джерел, не доходить до споживача в силу високого вмісту в ній солей і нерентабельності її підготовки. Це стосується шахтних вод, доля яких в загальному об'ємі підземних вод, які забираються, складає 60-70%. Очевидно, що організація очищення шахтних вод до рівня потреб якщо не питної, то хоча б технічної води дозволить скоротити забір води з річок і запобігти екологічній катастрофі. Збільшення частки морської води, яка сьогодні складає лише 6%, також може слугувати для стабілізації ситуації.

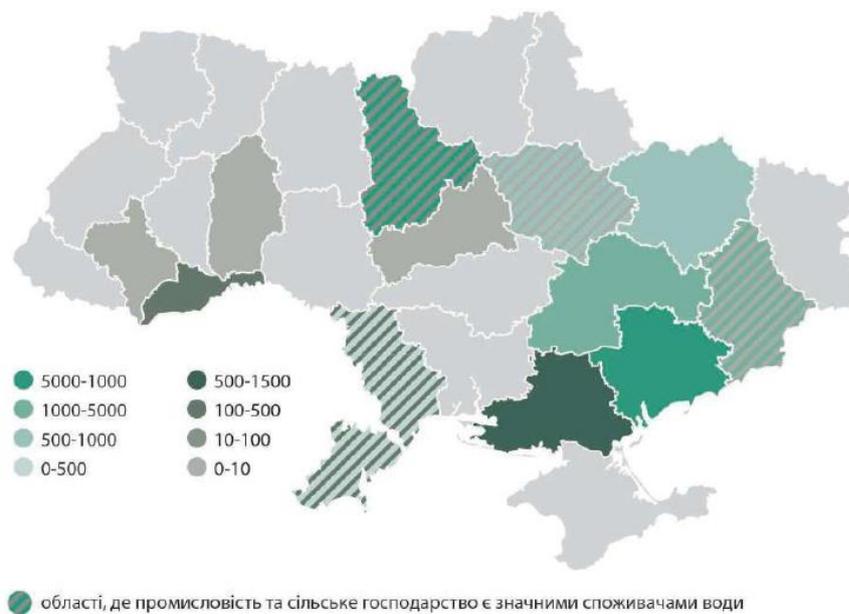


Рис. 1.4. Споживання води в Україні (2010-2015 рр.)



Рис. 1.5. Розподіли води: а – розподіл води, що споживається в Україні, за джерелами водозабору; б – розподіл водозабору з основних річок України

Вода розділяється між споживачами наступним чином (рис. 1.7). В період з 2006 по 2012 рр. частка води, використаної в сільському господарстві, збільшилася з 17 до 39%, чи з 2,6 до 5,7 км³ за рік, а частка води, використаної у промисловості, відповідно зменшилася з 56% до 40%, чи з 8,6 до 5,9 км³.

Це однозначно свідчить про рух України в сторону розвитку агропромислового сектора.

В той же час спостерігається тенденція до зменшення споживання води ЖКГ – з 4,1 км³ в 2006 році до 3,1 – в 2012-му і до 1,6 – в 2016-му. Це може бути пов'язано як зі зменшенням чисельності населення (з 46 929 тис. в 2006 р. до 45

633 тис. в 2012 р. і до 42 138 тис. в 2016 р.), так і зі спробами споживачів економити воду. Спостерігається тенденція скорочення питомого водоспоживання з 160 дм^3 /добу/люд. в 2012 році до 107 – в 2016 році.



Рис. 1.6. Характеристика водних ресурсів України

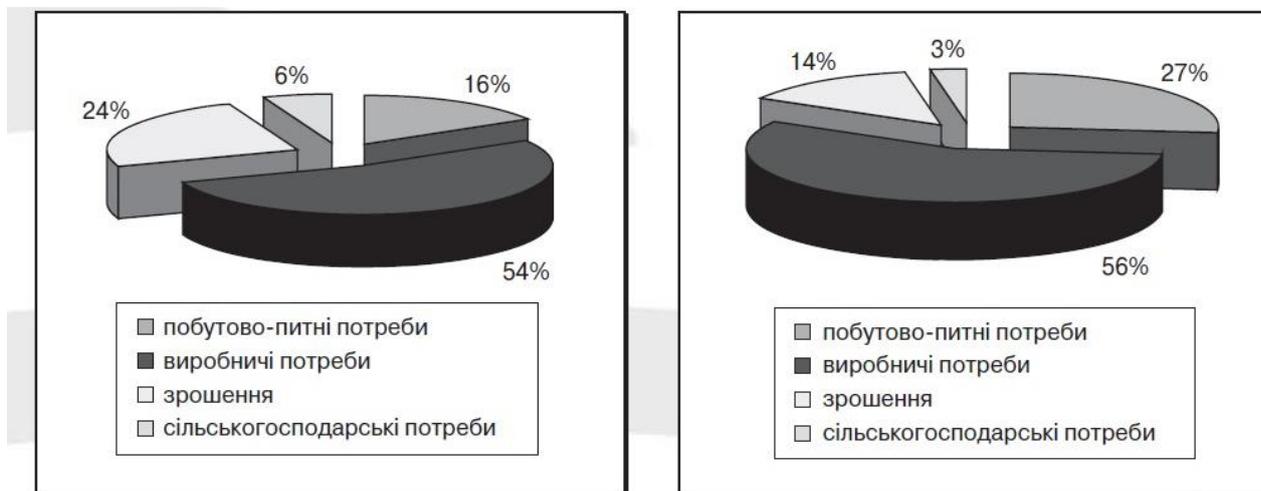


Рис. 1.7. Структура використання прісної води за напрямками (за даними Держкомстату України): а – 1990 рік; б – 2006 рік

До води, яка використовується в промисловості, висуваються специфічні вимоги залежно від її призначення. Найбільш крупним споживачем води в промисловості є енергетичний комплекс, частка якого стабільно складає 65-70%

(рис. 1.8). Протягом 2010-2015, а також 2015-2020 років перелік великих водоспоживачів в Україні практично не змінився.

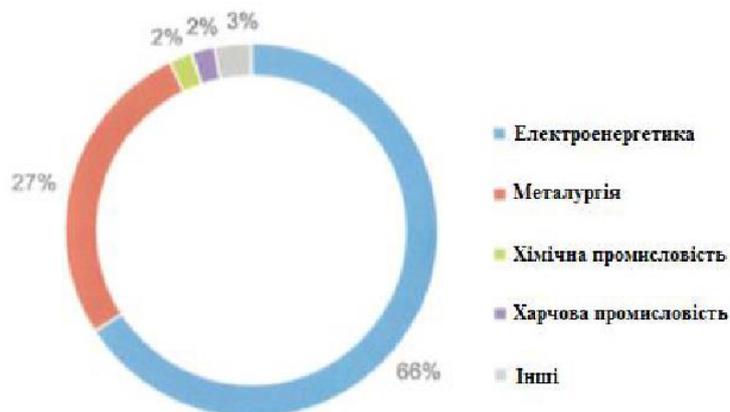


Рис. 1.8. Розподіл водоспоживання в 2012 р.

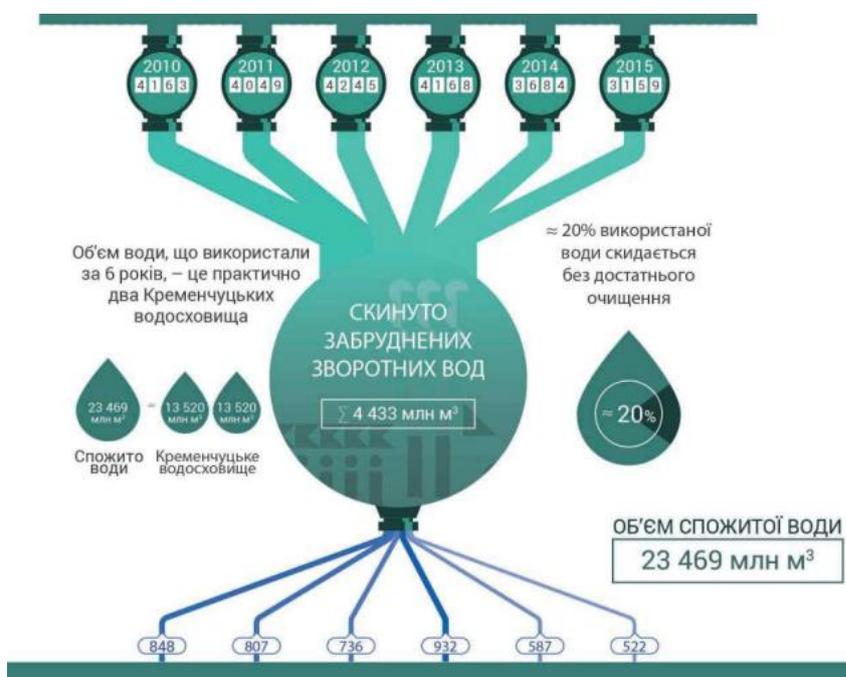


Рис. 1.9. Використання води найбільшими водоспоживачами у галузі промисловості та ЖКГ

Але не вся забрана вода доходить до споживача. В середньому до 20% води припадає на частку транспортних втрат. Більше половини втраченої води доводиться на житлово-комунальний сектор, де доля втрат складає до 40% від загальної кількості води, яка транспортується (особливо води питної якості) (рис. 1.10).



Рис. 1.10. Втрати води в різних галузях

Основні втрати води в ЖКГ відбуваються через незадовільний стан водопровідної мережі, загальна протяжність трубопроводів якої складає 135958 км, із яких 51855 км (або 38%) потребують негайної заміни. Заміна труб щорічно проводиться в об'ємі 1-2% від необхідного, що змушує оцінювати перспективу реновації водопровідних мереж вкрай песимістично.

Не вся забрана вода може використовуватись без залишку. Близько половини повертається до водойм у вигляді стічних вод.

Ступінь забруднення цих вод буває різним, але лише менш ніж 60% з них є нормативно чистими, а інші 40% – в тій чи іншій мірі забрудненими (рис. 1.11). І це позначається на якості води в джерелах.

Основна кількість забруднювачів надходить з промислових стоків (61%), тільки 9% із них повторно використовуються. Побутові стічні води також вносять істотний вклад в забруднення водойм, оскільки третина об'єму комунальних стічних вод скидаються неочищеними.

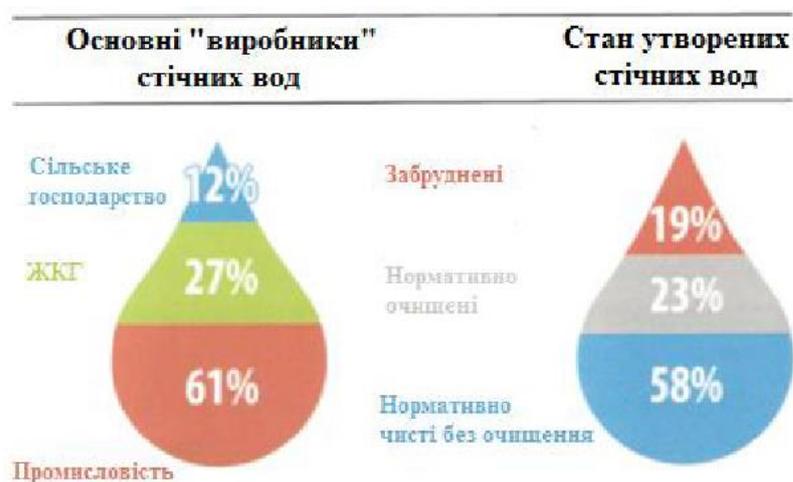


Рис. 1.11. Стан утворених стічних вод

1.2. Вимоги споживачів до якості води та стандарти якості

Якість води для промисловості і сільського господарства регламентується великою кількістю різних державних і галузевих документів. Досягнення регламентованих показників якості води є завданням промислових чи сільськогосподарських підприємств, які використовують для цього відповідні технології.

Безпечна для споживання питна вода повинна відповідати критеріям якості національних та міжнародних нормативних документів. В Україні якість питної води регламентується ДСанПін 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Документ включає 83 показники (11 мікробіологічних, 64 хімічних і органолептичних, 8 радіоактивних). Національні стандарти майже не поступаються відповідним стандартам США та нормативам ВОЗ.

Нормативи ВОЗ включають ГДК для 99 різних речовин. У стандартах США (EPA Safe Drinking Water Act) регламентуються 87 показників якості води (53 органолептичні показники, 16 неорганічних та 7 мікробіологічних домішок). Нормативи ЄС (EU Water Framework Directive) включають лише 49 показників.

Кількість контрольованих показників постійно зростає, а їх значення знижуються. Це пов'язано, по-перше, з розвитком приладової аналітичної хімії, що дозволяє визначати у воді більш низькі концентрації забруднювачів, і, по-друге, з результатами токсиколого-хімічних досліджень впливу на організм людини різноманітних домішок. Так, наприклад, за вимогами ВОЗ, які базуються саме на таких дослідженнях, норматив вмісту арсену у питній воді знижено з 50 до 10 мкг/дм³ у 2005 р.

Якість питної води постійно контролюється на станціях підготовки.

Наприклад, у Києві кожної доби здійснюється контроль за 22 показниками, щомісяця – за 48, щорічно – за всіма показниками.

Основна кількість води, відібраної з різних джерел, піддається централізованому очищенню і доставляється споживачам. Існують три типи централізованих систем водопостачання – комунальне, відомче і

сільськогосподарське. Відповідність показників якості води потребам ДСанПіН 2.2.4-171-10 в усіх випадках контролює Державна служба України з питань безпеки харчових продуктів та захисту споживачів.

Централізованим водопостачанням в Україні забезпечені тільки 31% населених пунктів, в яких проживають 75,6% жителів, інші використовують воду із децентралізованих джерел: артезіанські свердловини, колодязі, каптажі. Якість більш ніж 30% проб вказаних джерел не відповідають нормам за санітарно-хімічними показниками і більше ніж 20% – за бактеріологічними.

1.3. Фізичні, хімічні, мікробіологічні та біологічні показники води

Якість природних вод (властивості і склад, у цілому стан) задається показниками. Це може бути один показник або цілий набір показників.

Набір показників за їх особливостями можна поділити на різні групи.

По тому, що характеризують показники, вони можуть бути:

- загальними і специфічними;
- фізичними, хімічними та біологічними;
- простими, груповими та комплексними.

За призначенням показники можна поділити на основні і додаткові, лімітуючі (нормовані) і репрезентативні.

Крім того, по тому, як показники характеризують водне середовище, вони можуть бути кількісними, якісними та змішаними.

Кількісні (абсолютні та відносні, розмірні та безрозмірні) показники чисельно характеризують склад і властивості води. Концентрація речовини у воді – це, зазвичай, абсолютний (розмірний) показник. Частіше за все він має розмірність мг/дм^3 , г/м^3 , рідше – мкг/дм^3 , нг/дм^3 . Кількість плаваючих домішок, у тому числі нафтових плівок і агрегатів (грудочок), характеризують концентрацією з розмірністю мг/м^2 , мкг/м^2 та нг/м^2 . Крім того, цей показник може бути безрозмірним (відносним) – солоність морської води вимірюється в ‰ (г/кг).

Якісні показники – це словесна характеристика природних вод (за токсобністю води можуть бути оліго-, мезо- або політоксобними).

Змішані – словесна і чисельна характеристика («прісна» – це вода з мінералізацією до 1000 мг/дм³).

Один показник, що характеризує якість води у цілому, зазвичай, є якісним або змішаним (комплексним).

Кожен показник одночасно входить до різних груп. Наприклад, температура є загальним, фізичним, простим, кількісним показником; мінералізація – загальний, хімічний, груповий, змішаний показник; тропність – загальний, біологічний, комплексний, якісний показник; нафтопродукти – специфічний, хімічний, груповий, кількісний показник.

Загальні і специфічні, основні і додаткові

Загальні показники є характерними для будь-яких водних об'єктів. Найбільша частина з них обов'язково входить до повних програм спостережень за якістю вод. Деякі показники виділені окремо у санітарних та рибогосподарських нормах.

Перелік загальних вимог до складу і властивостей води у водних об'єктах господарсько-питного та комунально-побутового призначення включає такі показники: завислі речовини, плаваючі домішки, забарвлення, запахи, присмаки, температура, рН, мінералізація, розчинений кисень, БСК_{повн}, ХСК, хімічні речовини, збудники хвороб, лактозопозитивні кишкові палички (ЛКП), коліфаги.

Присутність у воді **специфічних** показників обумовлена місцевими природними умовами, а також особливостями антропогенного впливу на водний об'єкт (феноли, нафтопродукти, важкі метали, пестициди, СПАР тощо).

До переліків санітарно-гігієнічних ГДК речовин входить частина загальних та всі специфічні показники.

Загальні показники іноді називають основними. Однак цей термін найчастіше використовують у випадках, коли йдеться про показники, значення яких суттєво перевищує нормативи. Такі показники у першу чергу повинні бути

внесеними до програм спостережень за якістю води у розглядуваному водному об'єкті. Тому, основні – це показники, які мають пріоритет при організації спостережень. Ця група може об'єднувати і загальні, і специфічні показники.

Додаткові показники сумісно з основними складають повні або розширені програми спостережень.

Фізичні, біологічні та хімічні

Фізичні показники якості характеризують властивості вод. Усі ці показники є загальними. До них належать такі показники:

Забарвлення (кольоровість). Забарвлення води обумовлюється вмістом органічних (забарвлених) сполук. Речовини, які визначають забарвлення води, надходять у воду внаслідок вивітрювання гірських порід, внутрішньоводоймових процесів продукування, з підземним стоком, із антропогенних джерел. Інтенсивне забарвлення знижує органолептичні властивості води, зменшує вміст розчиненого кисню. Забарвлення вимірюється у градусах.

Запах. Запах води створюється специфічними речовинами, які надходять у воду в результаті життєдіяльності гідробіонтів, розкладання органічних речовин, хімічної взаємодії компонентів, які є у воді, і надходження з внутрішніх (алохтонних) джерел. Запах води вимірюється у балах.

Температура води. У водних об'єктах температура є результатом одночасної дії сонячної радіації, теплообміну з атмосферою, переносу тепла течіями, перемішування водних мас і надходження підігрітих вод із зовнішнього джерела. Температура впливає практично на всі процеси, від яких залежать склад і властивості води. Температура води вимірюється у градусах Цельсія ($^{\circ}\text{C}$).

Прозорість. Прозорість води залежить від ступеня розсіювання сонячного світла у воді речовинами органічного і мінерального походження, які знаходяться у воді у завислому і колоїдному стані. Прозорість визначає перебіг біохімічних процесів, які потребують освітленості (первинне продукування, фотоліз). Прозорість вимірюється у сантиметрах.

Електропровідність – це чисельний вираз здатності водного розчину проводити електричний струм. Електрична провідність природної води залежить, в основному, від концентрації розчинених мінеральних солей і температури. Одиниця вимірювання – міліСіменс/см (мСм/см).

Природні води являють собою суміш розчинів електролітів. Мінеральну частину розчинів складають іони Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- . Саме ними обумовлюється електропровідність природних вод. Рівні електропровідності природної води приблизно орієнтують на ступені її мінералізації. Ускладнення, що виникають при оцінках сумарної мінералізації по питомій електропровідності, пов'язані з неоднаковою питомою електропровідністю розчинів різних солей, а також з підвищенням електропровідності при збільшенні температури.

Нормовані величини мінералізації приблизно відповідають питомій електропровідності 2 мСм/см (1000 мг/дм^3) і 3 мСм/см (1500 мг/дм^3) як хлоридній (в перерахунку на NaCl), так і карбонатній (в перерахунку на CaCO_3) мінералізації.

Окисно-відновний потенціал (Eh) – це міра хімічної активності елементів або їх сполук у зворотних хімічних процесах, пов'язаних із зміною заряду іонів в розчинах. Значення окисно-відновних потенціалів вимірюється у вольтах (мілівольтах). В природній воді значення Eh коливається від 400 до + 700 мВ. Визначається сукупністю окиснювальних і відновних процесів і в умовах рівноваги характеризує середовище за всіма елементами зі змінною валентністю. Встановленням редокс-потенціалу, також, визначаються умови, при яких можлива міграція металів. За редокс-потенціалом розрізняють декілька типів ситуацій у природних водах:

1. Окиснювальний тип – із значеннями Eh^+ (100–150) мВ та присутністю вільного O_2 , а також цілого ряду елементів у вищій формі своєї валентності (Fe^{3+} , Mo^{6+} , As^{5+} , V^{5+} , U^{6+} , Sr^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{4+}).

2. Перехідний окисно-відновний тип – з значеннями Eh^+ (100–0) мВ, нестійким геохімічним режимом при змінній концентрації H_2S і кисню. В цих умовах відбувається слабе окислення і слабе відновлення металів.

3. Відновний – характеризується негативними значеннями Eh з присутністю у підземних водах металів низького ступеня валентності (Fe^{2+} , Mn^{2+} , Mo^{4+} , V^{4+} , U^{4+}), а також H_2S .

Біологічними показниками якості характеризують кількість живих організмів у воді, а також у цілому стан вод. Як і фізичні показники вони усі є загальними. До біологічних показників відносять бактеріологічні і гідробіологічні.

Бактеріологічні показники характеризують забруднення води патогенними мікроорганізмами. До числа найважливіших бактеріологічних показників відносять: колі-індекс – кількість кишкових паличок в 1 дм³ води; колі-тітр – об'єм води, який припадає на одну кишкову паличку; лактозопозитивні кишкові палички (ЛКП); чисельність коліфагів.

Гідробіологічні показники дають можливість оцінити якість води за кількістю тварин і рослинності водою. Зміна видового складу водних екосистем може відбуватися при настільки слабкому забрудненні водних об'єктів, що не виявляється ніякими іншими методами. Тому гідробіологічні показники є найбільш чутливими.

До них відносять такі показники: загальну чисельність (біомасу) особин усіх видів; кількість (біомасу) особин одного виду; сапробність; трофність; індекси видової різноманітності та інші.

Сапробність – це ступінь насичення води органічними речовинами. Відповідно до цього підходу водні об'єкти (або їх ділянки) у залежності від вмісту органічних речовин підрозділяють на полісапробні, мезосапробні та олігосапробні. Найбільш забрудненими є полісапробні водні об'єкти. Кожному рівню сапробності відповідає свій набір індикаторних організмів-сапробіонтів. На основі індикаторної значущості організмів та їх кількості обчислюють індекс сапробності, за яким визначається рівень сапробності.

Трофність являє собою характеристику первинного продукування водного об'єкта. Вона залежить від цілого ряду фізичних властивостей водного середовища і його хімічного складу. Води можуть бути з низьким (оліготрофні), з середнім (мезотрофні), з високим (евтрофні), з дуже високим (політрофні) і з надзвичайно високим (гіпертрофні) первинним продукуванням.

Індекси видової різноманітності (Маргалефа, Менхінка, Шенона та ін.) характеризують структуру водних екосистем, що перебуває в залежності від стану водного середовища. Зазвичай, видова різноманітність зменшується зі збільшенням ступеня забруднення водних об'єктів. Тому зміна структурних характеристик екосистеми є показником зміни якості води.

Хімічні показники характеризують склад природних вод. Вони можуть бути загальними і специфічними. До числа загальних хімічних відносяться наступні показники якості води.

Завислі речовини. Джерелами завислих речовин можуть служити процеси ерозії ґрунтів і гірських порід, розмив донних відкладів, продукти метаболізму і розкладання гідробіонтів, продукти хімічних реакцій та антропогенні джерела. Завислі речовини впливають на глибину проникнення сонячного світла, погіршують життєдіяльність гідробіонтів, призводять до замулювання водних об'єктів, зумовлюючи їхнє екологічне старіння (евтрофування). Вміст завислих речовин вимірюється в г/м^3 (мг/дм^3).

Водневий показник (рН). У природних водах концентрація іонів водню залежить, головним чином, від співвідношення концентрації вугільної кислоти та її іонів. Джерелами вмісту іонів водню у воді є також гумінові кислоти, присутні у кислих ґрунтах і, особливо, у болотних водах, та гідроліз солей важких металів. Від рН залежить розвиток водних рослин, характер протікання процесів продукування.

Мінералізація визначається за сумарним вмістом семи головних іонів: K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- . Основними джерелами підвищення мінералізації є ґрунтові і стічні води. Негативний вплив на людину і гідробіонтів справляє як висока, так і надмірно низька мінералізація води.

Жорсткість є властивістю природної води, зумовленою, головним чином, розчиненими в ній солями кальцію і магнію. Кальцій і магній складають більшість мінералів, що утворюють поверхневі ґрунтові шари. В природних умовах іони кальцію, магнію та інших лужноземельних металів потрапляють у воду при взаємодії розчиненого у воді CO_2 з карбонатними мінералами. Джерелом цих іонів можуть бути також мікробіологічні процеси в ґрунтах на площі водозбору або у донних відкладах чи у техностоках.

Загальну жорсткість визначає сумарний вміст солей кальцію і магнію. Вона підрозділяється на карбонатну і некарбонатну. Карбонатна – визначається концентрацією гідрокарбонатів і карбонатів (при $\text{pH} > 8,3$), солями кальцію і магнію.

Некарбонатна – концентрацією розчинених у воді кальцієвих і магнієвих солей сильних кислот (хлоридів, сульфатів тощо). При кип'ятінні гідрокарбонати переходять в карбонати і випадають в осад. Тому карбонатну жорсткість називають тимчасовою або переборною. Жорсткість, що залишається після кип'ятіння, називається постійною. Жорсткість вимірюється в мг-екв/дм^3 , коливається в широких межах.

Розчинений кисень. Основними джерелами надходження кисню у во- дні об'єкти є газообмін з атмосферою (атмосферна реаерація), фотосинтез, а також дощові і талі води, що, як правило, перенасичені киснем. Окисні реакції є основними джерелами енергії для більшості гідробіонтів. Основне споживання розчиненого кисню відбувається у процесі дихання гідробіонтів і окислювання органічних речовин мікроорганізмами. Низький вміст розчиненого кисню (анаеробні умови) позначається на всьому комплексі біохімічних і екологічних процесів у водному об'єкті.

Біохімічне споживання кисню (БСК). БСК визначається як кількість кисню, що споживається мікроорганізмами при окислюванні органічних речовин, які містяться в одиниці об'єму води, за визначений період часу. На практиці БСК оцінюють за п'ять діб (БСК_5) та за двадцять діб (БСК_{20}). Зазвичай БСК_{20} трактують як повне БСК ($\text{БСК}_{\text{повн}}$), ознакою якого є початок процесів

нітрифікації в пробі води. БСК є оцінкою загального забруднення води органічними речовинами.

Хімічне споживання кисню (ХСК). ХСК визначається як кількість хімічного окислювача у перерахунку на кисень, необхідний для окислювання органічних і мінеральних речовин, що містяться в одиниці об'єму води. При визначенні ХСК використовують біхромат калію ($K_2Cr_2O_7$). Насамперед ХСК дозволяє судити про забруднення води органічними речовинами, але як і БСК не дає інформації про склад забруднення.

Азот. Азот може знаходитись в природних водах у вигляді вільних молекул N_2 і різноманітних сполук у розчиненому, колоїдному або завислому стані. У загальному азоті природних вод прийнято виділяти органічну і мінеральну форми. Основними джерелами надходження азоту є внутрішньоводоймові процеси, газообмін з атмосферою, атмосферні опади й антропогенні джерела. Різні форми азоту можуть переходити одна в іншу в процесі кругообігу азоту. Азот належить до числа найважливіших лімітуючих біогенних елементів. Високий вміст азоту прискорює процеси евтрофування водних об'єктів.

Фосфор. Фосфор у вільному стані в природних умовах не зустрічається. У природних водах фосфор знаходиться у вигляді органічних і неорганічних сполук. Основна маса фосфору знаходиться в завислому стані. Сполуки фосфору надходять у воду в результаті внутрішньоводоймових процесів, вивітрювання і розчинення гірських порід, обміну з донними відкладеннями і з антропогенних джерел. На вміст різних форм фосфору впливають процеси його кругообігу. На відміну від азоту кругообіг фосфору незбалансований, що визначає його більш низький вміст у воді. Тому фосфор найчастіше виявляється тим біогенним елементом, вміст якого визначає характер процесів продукування у водних об'єктах.

До специфічних хімічних показників якості води, що зустрічаються найчастіше, належать:

Феноли. Вміст фенолів у воді, поряд із надходженням їх з антропогенних джерел, може визначатися метаболізмом гідробіонтів і біохімічною

трансформацією органічних речовин. Джерелом надходження фенолів є гумінові речовини, що утворюються в ґрунтах і торфовищах. Феноли справляють токсичний вплив на гідробіонтів і погіршують органолептичні властивості води.

Нафтопродукти. До нафтопродуктів відносять палива, олії, бітуми і деякі інші продукти, що представляють собою суміш вуглеводнів різних класів. Джерелами надходження нафтопродуктів є виливи при їх видобутку, переробці і транспортуванні, а також стічні води. Незначна кількість нафтопродуктів може виділятися в результаті внутрішньоводоймових процесів. Вуглеводні, які входять до складу нафтопродуктів, мають токсичний і, до деякої міри, наркотичний вплив на живі організми, вражаючи серцево-судинну і нервову системи.

ПАР і СПАР. До поверхнево активних речовин (ПАР) відносять органічні речовини, що мають різко виражену спроможність до адсорбції на поверхні поділу «повітря – рідина». У переважній більшості поверхнево– активні речовини, що потрапляють у воду, є синтетичними (СПАР). СПАР мають токсичний вплив на гідробіонтів і людину, погіршують газообмін водного об'єкта з атмосферою, знижують інтенсивність внутрішньоводоймових процесів, погіршують органолептичні властивості води. СПАР належать до речовин, що повільно розкладаються.

Пестициди. Під пестицидами розуміють велику групу штучних хлорорганічних і фосфорорганічних речовин, застосовуваних для боротьби з бур'янами, комахами і захворюваннями сільськогосподарських рослин. Основним джерелом їх надходження є поверхневий і дренажний стік із сільськогосподарських територій. Пестициди мають токсичну, мутагенну і кумулятивну дію, руйнуються повільно.

Важкі метали. До цієї групи відносяться метали з питомою вагою більшою, ніж у заліза. З них найбільш поширеними є свинець, мідь, цинк, а найбільш небезпечними – ртуть, свинець, кадмій, миш'як. Важкі метали мають мутагенну і токсичну дію, різко знижують інтенсивність біохімічних процесів у водних об'єктах.

Прості, групові та комплексні показники якості води

Прості показники характеризують властивість водного середовища або кількість конкретної речовини чи живих організмів одного виду у ньому. Наприклад, температура, прозорість, кольоровість, розчинений O_2 , рН, Hg^{2+} , Pb^{2+} та інші.

Групові показники характеризують вміст у водному середовищі групи речовин або живих організмів, об'єднаних за певною ознакою.

Існують групові показники, які розраховують за простими показниками. До цих показників належить сума концентрацій речовин у частках від їх ГДК (ψ), узагальнений показник шкідливості вод (R). До групових також належать показники БСК, ХСК, мінералізація та інші.

Комплексні показники характеризують стан водного середовища в цілому з урахуванням усіх його властивостей і всього складу. Вони зручні для використання. Недоліки – втрата інформації про конкретні види забруднення і неоднозначність.

До комплексних належать узагальнений екологічний індекс ІЕ, узагальнений індекс стану вод ІСВ і такі гідробіологічні показники як трофність, сапробність та інші.

Лімітуючі (нормовані) і репрезентативні показники якості води

При розгляді питання гідрохімічних показників якості води використовують такі поняття як, лімітуючі (нормовані) та репрезентативні показники якості води.

Лімітуючі показники – це всі показники, за якими визначається якість води, тобто це всі речовини, для яких визначені ГДК. Лімітуючі показники встановлюються стосовно до конкретного виду водокористування, їх перелік міститься в нормах.

Поряд із установленням лімітуючих показників становить інтерес виділення репрезентативних гідрохімічних показників, що допомагають оцінити забруднення, обумовлене скидом конкретних видів стічних вод.

Репрезентативним називають набір гідрохімічних показників, характерних для стічних вод конкретного виробництва. Існують репрезентативні показники для целюлозно-паперової, нафтопереробної, сланцевої й інших видів промисловості, а також показники побутових і промислових стічних вод великих міст.

Ці показники дозволяють спостерігати зміни якості вод під впливом господарської діяльності і комунально-побутових стічних вод міст (під впливом антропогенних факторів).

При вирішенні цього питання виділяють два основних типи забруднення поверхневих вод:

- а) забруднення, спричинене скупченими скидами стічних вод;
- б) порушення природного стану вод під впливом джерел забруднення, що не піддається врахуванню (дрібні припливи забруднених вод, атмосферне випадання і вимивання забруднювальних речовин з різних шарів ґрунту).

У першому випадку для оцінки впливу конкретного виду діяльності людини на якість вод необхідно мати дані про склад стічних вод. Для більшості стічних вод репрезентативні показники обрані, а якщо розглядається виробництво, для якого таких показників немає, то їх визначають на підставі таких трьох принципів: показники повинні бути специфічними для розглядуваних стічних вод; їх значення повинне максимально перевищувати ГДК; після скиду у водний об'єкт швидкість трансформації показників повинна бути найменшою.

Крім цього, індикаційними ознаками можуть бути співвідношення таких групових показників як перманганатне і біхроматне окислювання (ХСК), БСК і ХСК. Ці співвідношення для різних типів стічних вод знаходяться у визначених інтервалах, що дозволяє їх використовувати як характерні коефіцієнти.

У тих випадках, коли порушення якості вод не пов'язано із зосередженими випусками, тобто виникає необхідність оцінки фоновому стану вод, вибір репрезентативних показників базується на спостереженнях, які ведуться вище міст зосереджених випусків стічних вод. При цьому враховуються нормативні вимоги до якості вод.

У перелік необхідних визначень рекомендується включити: ХСК; перманганатне окислювання; БСК; розчинений кисень; СПАР; феноли; нафтопродукти; іони амонію; загальну мінералізацію.

Ці показники чутливо реагують на фонове забруднення. Їх рекомендується використовувати і при оцінці забруднення за рахунок зосереджених випусків стічних вод, якщо відсутня інформація про їх склад.

За лімітуючими і репрезентативними показниками, що входять до складу режимних спостережень, можна одержати інтегральні характеристики ступеня забруднення водних об'єктів.

Такі показники як БСК, перманганатне окислювання, ХСК і феноли не можна використовувати при оцінці якості вод у річках, басейни яких мають велику залісеність і заболоченість. Це пояснюється великим вмістом органічних сполук природного походження. Протягом більшої частини року перелічені показники для вод таких річок перевищують ГДК.

Мутність як показник якості води

Завислі речовини (мутність) в річкових потоках і стічних водах можуть бути природного та техногенного походження.

Природними називаються завислі речовини, мінеральний склад яких не змінений у результаті виробничої діяльності. Живі організми, що живуть у водних об'єктах, адаптовані до мінерального складу цих речовин і до їх кількісних змін у водному середовищі, якщо ці зміни спричинені природними факторами.

Техногенні завислі речовини є результатом виробничої діяльності. Їх мінеральний склад відрізняється від мінерального складу природних завислих речовин. Вміст цих речовин у водному середовищі не є звичним для живих організмів і повинен бути чітко регламентований.

У зв'язку з цим при нормуванні скидів стічних вод, що містять завислі речовини, можна виділити два підходи. Перший полягає у встановленні допустимого перевищення зміненої (у результаті скиду стічних вод) мутності

над фоною незалежно від значення фоновій мутності. Такий підхід використовується при нормуванні скидів стічних вод з техногенною зависсю. Допустиме перевищення мутності над природною за санітарними і рибогосподарськими нормами становить 0,25 чи 0,75 мг/дм³ для всього діапазону можливих значень фоновій мутності.

Другий підхід ґрунтується на встановленні допустимого перевищення зміненої мутності над фоною в залежності від значення фоновій мутності. Застосовується тільки для стічних вод, що містять природні завислі речовини. Нормативи для нього ще не розроблені.

Як характеристику допустимого перевищення у контрольному створі зміненої мутності над фоною пропонується використовувати точність виміру мутності існуючими на цей час методами. Похибка визначення мутності становить 10-25% від вимірюваного значення. Природні зміни мутності можуть бути дуже великими (часто за рік більш ніж у 100 разів), тому відхилення змінених значень мутності на 10-25% від природних не можна вважати помітним порушенням природного транспорту наносів.

Під фоновими характеристиками якості води розуміють такі характеристики, які визначаються загальними умовами формування якості води і є властивими розглянутому водотоку та його водозбірному басейну.

Залежно від умов розв'язуваної задачі гідрохімічний фон потоку можна представити у такий спосіб:

а) природний фон, що характеризує якість води у водному об'єкті, гідрохімічний режим якого не порушено виробничою діяльністю вище розглянутого створу;

б) змінений фон характеризує якість води у водному об'єкті, гідрохімічний режим якого порушено виробничою діяльністю як наслідок зміни умов формування якості вод на басейні (меліорація, добрива, пестициди та ін.) або численних неорганізованих скидів стічних вод;

в) умовний фон є характеристикою якості води вище розглянутого створу, він враховує всі види антропогенного впливу, включаючи організовані скиди стічних вод, якщо вони не враховуються в розв'язуваному конкретному завданні.

Під фоною мутністю річкового потоку розуміють природну мутність, обумовлену природними факторами формування стоку завислих наносів у межах басейну, долини і русла річки.

Нормативи показників якості

ГДК забруднювальних речовин несуть важливу функцію критерію якості води, покликаною забезпечити здоров'я людини та інших живих організмів (гідробіонтів), а також регламентувати скиди забруднювальних речовин у водне середовище.

Поняття ГДК базується на концепції пороговості дії хімічних речовин. Відповідно до цієї концепції для кожної речовини, що викликає ті чи інші несприятливі зміни в організмі, існують і можуть бути знайдені такі концентрації, при яких зміни навіть найбільш чутливих показників стану (функції) організму будуть мінімальними (граничними). При більш низьких концентраціях речовина не робить шкідливого впливу і її присутність у водному середовищі в кількості, яка не перевищує ці концентрації, можна вважати безпечною.

1.4. Класифікація домішок у стічних водах

Стічні води надзвичайно різноманітні за своїм складом, а отже і за своїми властивостями. Знання складу стічних вод і характеру присутніх домішок є головною умовою, яка дозволяє правильно вибрати методи їх очищення і скласти оптимальну технологічну схему очисних споруд.

Забруднення, що містяться в стічних водах, можуть бути класифіковані за різними ознаками, найважливішими з яких є їх походження і фазоводисперсний стан.

Стічні води перед скиданням у водойми повинні бути очищені на очисних спорудах. Для цього необхідно знати склад стічних вод і їх якість.

За походженням забруднення поділяють на:

- мінеральні,
- органічні,
- біологічні
- бактеріальні.

До мінеральних забруднень належить пісок, глинисті частинки, шлак, розчини мінеральних солей, кислот і лугів, мінеральні масла тощо.

Органічні забруднення бувають рослинного і тваринного походження. До забруднень рослинного походження належать залишки овочів, фруктів, злаків, паперу тощо. Основним хімічним елементом цього виду забруднень є вуглець. До забруднень тваринного походження належать фізіологічні виділення людей і тварин, залишки м'язових і жирових тканин тварин, клейові речовини тощо. Вони характеризуються значним вмістом азоту. Органічні забруднення за хімічним складом поділяють на безазотисті, які містять вуглець, водень і кисень, та на азотовмісні.

Основу безазотистих органічних домішок господарсько-побутових стічних вод складають вуглеводи і жири. З вуглеводів у стічних водах найчастіше зустрічаються моносахариди – глюкоза, лактоза (молочний цукор) і дисахарид – сахароза. Компонентами господарсько-побутових стічних вод є також такі полісахариди, як целюлоза і крохмаль, які, на відміну від простих вуглеводів, не розчиняються у воді. У стічних водах целюлоза знаходиться у завислому стані, складаючи значну частину твердої фази.

Забруднення мінерального й органічного походження, що містяться у побутових стічних водах, перебувають у нерозчинених, розчинених і колоїдному станах. Частину нерозчинених забруднень, затримуваних при аналізах на паперових фільтрах, називають завислими речовинами. Найбільшу санітарну небезпеку представляють забруднення органічного походження.

Вміст органічних забруднень, що перебувають у розчиненому стані, оцінюється значеннями біохімічної потреби в кисні (БПК) і хімічної потреби в кисні (ХПК).

Побутові стічні води мають БПК=100-400 мг/л, а ХПК=150-600 мг/л, і їх можна оцінити як сильно забруднені. При зберіганні вони здатні загнитися через 12-24 год (при температурі 20°C).

Для міських стічних вод кількість забруднень органічного походження доволі значна і складає 45-58%. Мінеральні речовини і забруднення становлять відповідно 42-55%.

Органічні забруднення стічних вод є сприятливим середовищем для розвитку різноманітних мікроорганізмів і бактерій, які складають так зване біологічне і бактеріальне забруднення стічних вод і зумовлюють їх епідемічну небезпеку. Розрізняють:

- сапрофітні бактерії (безпечні) (найпростіші, водорості, личинки комах, дріжджі, плісняві грибки);
- хвороботворні бактерії (збудники черевного тифу, паратифу, дизинтерії).

Велика кількість домішок, які забруднюють природні та стічні води, потребує класифікаційного методу підходу для їх визначення та вилучення з води. Така науково обґрунтована класифікація була запропонована академіком Національної академії наук України Л.А. Кульським і покладена в основу розробки різноманітних ефективних способів очищення природних і стічних вод.

Класифікація базується на ідеї виявлення спільності фізико-хімічної поведінки домішок у воді, тобто на їх здатності утворювати гомогенні чи гетерогенні водні системи. Така класифікація забруднень передбачає, що вибір методів очищення води визначається насамперед фізичним станом домішок, а в разі гетерогенних систем – і їх дисперсністю. Специфіка такої класифікації полягає в тому, що враховуються не індивідуальні властивості забруднювачів води, а їх поведінка під час взаємодії з дисперсійним середовищем – водою, що дає змогу характеризувати властивості системи в цілому.

Суть запропонованої класифікації полягає в тому, що всі домішки води відносно дисперсійного середовища поділяють на чотири групи. Дві групи належать до гетерогенних систем, дві – до гомогенних. Гетерогенні системи – це суспензії, колоїди, емульсії, піни; гомогенні – це речовини, що утворюють з водою молекулярні або іонні розчини. Неодмінною характерною ознакою існування гетерогенних систем є наявність поверхні поділу. Домішки, що не розчиняються, утворюють дисперсну фазу, а вода, в якій вони розподілені, – дисперсійне середовище. Властивості та будова приповерхневих міжфазних шарів, які мають велику поверхневу вільну енергію, значною мірою зумовлюють агрегативну та кінетичну стійкість таких дисперсних систем. Величина міжфазної поверхні залежить від розміру дисперсних часточок, і чим вони менші, тим більша питома поверхня і тим сильніший вплив поверхневих явищ на властивості системи.

Водні дисперсії, що містять часточки розміром 10^3 см, виявляють, як правило, кінетичну нестійкість. Часточки розміром до 10^{-4} - 10^{-5} см утворюють гетерогенні системи, які мають відносно невелику питому поверхню дисперсної фази і невелику кінетичну стійкість. До таких систем належать суспензії, емульсії та піни. Колоїдно-дисперсним системам відповідає інтервал розмірів дисперсних часточок 10^{-5} - 10^{-6} см. Ці системи мають сильно розвинену міжфазну поверхню і відносно велику кінетичну стійкість. Дисперсність колоїдних часточок відповідає тій межі, вище за яку при подальшому зменшенні розмірів часточок вже втрачається фізична поверхня поділу і дисперсні системи переходять в істинні розчини.

Окрему групу між гетерогенними та гомогенними системами становлять розчини високомолекулярних сполук та міцелоутворювальних поверхнево-активних речовин (ПАР) після критичної концентрації міцелоутворення. З одного боку, ці сполуки перебувають в істинно розчиненому стані й утворюють термодинамічно стійкі, оборотні системи. Разом з тим ці розчини мають і властивості колоїдних систем. Це зумовлено тим, що макромолекули та міцели ПАР за своїми розмірами наближаються до колоїдних часточок і межа їх

контакту з дисперсійним середовищем подібна до міжфазної поверхні в гетерогенних системах. Тому такі домішки розглядають в одній групі з речовинами, що утворюють колоїдні системи.

Істинні молекулярно- чи іоннорозчинні у воді сполуки утворюють гомогенні системи. Ці системи або розчини термодинамічно стійкі і можуть існувати без змін скільки завгодно. Незважаючи на безліч речовин, що утворюють істинні розчини, багато їх властивостей є спільними для всіх розчинів. Це загальне підпорядкування законам електролізу, дифузії, осмосу, виявлення ебулію- та кріоефекту тощо. В істинних розчинах вода не тільки середовище, а й компонент, який взаємодіє з розчиненою речовиною й утворює різні сполуки. Так, внаслідок взаємодії води і розчиненої речовини утворюються гідрати, а сполучення часточок розчиненої речовини одна з одною веде до утворення асоціатів. Розчини електролітів підлягають законам Арреніуса, Дебая, Гюккеля, а молекулярні розчини – законам Вант-Гоффа, Рауля, Коновалова. Важливою характеристикою розчинів є їх концентрація. Найчастіше у воді, що використовується в промисловості, сільському господарстві та для господарсько-побутових цілей, сумарний вміст розчинених домішок не перевищує 0,01 моль/л.

Всі домішки природних і стічних вод незалежно від їх властивостей і концентрації поділяють на чотири групи (табл. 1.1). Між групами існують ще й проміжні стани, що зумовлено динамічним зв'язком між наведеними системами. Так, молекулярні розчини можуть бути частково дисоційованими, поверхнево-активні речовини до критичної концентрації міцелоутворення являють собою істинні розчини. Проміжний стан між колоїдними та молекулярними системами займають і високомолекулярні сполуки. Вони можуть містити іоногенні групи, які здатні обмінювати свої дисоційовані іони на іони, що знаходяться в розчині.

Систематизація домішок води за їх фазово-дисперсним станом

Група	Ступінь дисперсності домішок D^* , см^{-1}	Розмір часточок, см	Коротка характеристика домішок
Гетерогенні системи			
I – завислі речовини	$< 10^5$	$> 10^{-5}$	Суспензії і емульсії, що зумовлюють каламутність води, а також мікроорганізми і планктон
II – колоїдні розчини	$10^5 - 10^6$	$10^{-5} - 10^{-6}$	Колоїди і високомолекулярні сполуки, що зумовлюють окиснюваність і кольоровість води, а також віруси
Гомогенні системи			
III – молекулярні розчини	$10^6 - 10^7$	$10^{-6} - 10^{-7}$	Гази, розчинені у воді; органічні речовини, що надають їй запаху й присмаку
IV – іонні розчини	$> 10^7$	$< 10^{-7}$	Солі, луги, кислоти, що зумовлюють мінералізацію, твердість, лужність або кислотність води

* Ступінь дисперсності системи D характеризує ступінь подрібненості дисперсної фази і визначає величина, обернена розміру (діаметру) α дисперсної часточки: $D = 1/\alpha$ (см^{-1}).

До першої групи відносять речовини, що являють собою нерозчинні домішки з розміром часточок 10^{-5} - 10^{-3} см. До цієї групи входять глинисті часточки, карбонатні породи, мул, дрібний пісок, малорозчинні гідроксиди металів, завислі часточки органічних речовин, детрит, планктон, волокна, пластмаси, каучук тощо. Системи, утворені домішками першої групи, кінетично нестійкі, для них характерна седиментація в стані спокою. Нерозчинні речовини у завислому стані підтримуються динамічними силами потоку води.

Друга група речовин поєднує гідрофільні та гідрофобні колоїдні домішки, а також високомолекулярні сполуки. Це переважно мінеральні та органічно-мінеральні часточки ґрунтів, недисоційовані і нерозчинні форми гумусових речовин, що надають воді забарвлення, а також віруси та інші організми, що наближаються за розмірами до колоїдних часточок. Речовини другої групи

утворюють з водою відносно стійкі колоїдні системи, руйнування яких є головним завданням під час очищення води від цих забруднювачів.

Третя група речовин охоплює розчинені у воді гази та органічні сполуки як біологічного, так і антропогенного походження. До них належать різноманітні продукти життєдіяльності та відживання плісневих грибів, актиноміцетів, бактерій, водоростей, а також феноли, спирти, альдегіди та інші органічні речовини, які потрапляють у воду разом із стічними водами. Вони надають воді забарвлення, запахів, присмаків. Деякі домішки є токсичними. Зазвичай, сполуки третьої групи мають ковалентний зв'язок, їх іоногенні групи малодисоційовані, тобто це переважно розчини неелектролітів.

До четвертої групи відносять речовини, що утворюють з водою розчини електролітів. Згідно з теорією електролітичної дисоціації, молекули сполук з іонним або сильно поляризованим зв'язком під впливом полярної структури молекул води розпадаються на іони.

Класифікація домішок води за їх фазово-дисперсним станом у воді дає змогу науково обґрунтувати технологічні прийоми обробки води на основі таких положень:

- 1) фазово-дисперсний стан домішок води зумовлює їх поведінку в процесі обробки води;
- 2) для кожного фазово-дисперсного стану домішок існує відповідна сукупність методів впливу, що дає змогу досягти необхідних якісних показників води зі зміною чи без зміни цього стану.

Принципова класифікація процесів, що використовуються для очищення стічних вод, згідно з фазово-дисперсним станом домішок, наведена в табл. 1.2.

Класифікація процесів вилучення домішок з води згідно з їх фазово-дисперсним станом

Гетерогенні системи		Гомогенні системи	
Група			
I (10^{-2} - 10^{-4})	II (10^{-5} - 10^{-6})	III (10^{-6} - 10^{-7})	IV (10^{-7} - 10^{-8})
Механічне безреагентне розділення	Діаліз, ультрафільтрування	Аерування, евапорація, десорбція газів і летких органічних сполук під час аерування	Гіперфільтрування
Окиснення хлором, озоном та ін.	Окиснення хлором та іншими окисниками	Окиснення хлором, оксидом хлору (IV), озоном, перманганатом	Переведення іонів у малодисоційовані сполуки
Адгезія на гідроксидах алюмінію, феруму, а також на зернистих і високодисперсних матеріалах	Адсорбція на гідроксидах алюмінію і феруму, а також на високодисперсних глинистих матеріалах	Адсорбція на активованому вугіллі та інших сорбентах і матеріалах	Фіксація іонів на твердій фазі іонітів
Флотація суспензій і емульсій	Коагуляція колоїдних систем	Екстракція органічними розчинниками	Сепарація іонів за різкого стану фази води
Агрегація флокулянтами	Агрегація високомолекулярними флокулянтами катіонного типу	Асоціація молекул	Переведення іонів у малорозчинні сполуки
Бактерицидний вплив на патогенні мікроорганізми і спори	Віруліцидний вплив	Біохімічне розкладання	Вилучення іонів металів мікроорганізмами
Електрофільтрування і електроутримання мікроорганізмів	Електрофорез і електродіаліз	Поляризація молекул в електричному полі	Використання рухливості в електричному полі

1.5. Поліпшення якості води

Технологія очищення води передбачає процеси, пов'язані з коригуванням її фізичних і хімічних властивостей, а також процеси знезараження (звільнення від патогенних бактерій і мікроорганізмів). Відповідно механічні, хімічні, фізичні та

фізико-хімічні процеси, які використовуються для підготування води, можна поділити на дві групи.

До першої групи (пов'язаної з коригуванням фізичних і хімічних властивостей води) належать процеси, які дозволяють провести освітлення, усунути з води небажані присмаки і запахи, агресивні гази, залізо, марганець, кремнієву кислоту тощо.

Друга група поєднує процеси знезараження води, які є обов'язковими за умови санітарної ненадійності джерела, що використовується для господарських цілей.

Для освітлення води залежно від бажаного ступеня збільшення прозорості можуть використовуватись такі способи:

- відстоювання води у відстійниках;
- центрифугування у гідроциклонах;
- пропускання води через шар раніше утвореного завислого осаду;
- флотування у флотаторах. Флотація – процес молекулярного прилипання частинок забруднень до поверхні розподілу двох фаз (вода – повітря, вода – тверда речовина). Процес очищення від поверхнево-активних речовин, нафтопродуктів, волокнистих матеріалів флотацією полягає в утворенні системи «частинки забруднень – бульбашки повітря», що спливає на поверхню та утилізується. За принципом дії флотаційні установки класифікуються таким чином: флотація з механічним диспергуванням повітря; флотація з подачею повітря через пористі матеріали; електрофлотація; біологічна флотація;
- фільтрування води через шар зернистого або порошкоподібного фільтруючого матеріалу у фільтрах або фільтруванням через сітки і тканини. Сучасні фільтри залежно від фільтруючого матеріалу можна розподілити на дві групи: тонкостінні фільтри і зернисті фільтри.

Існує два види фільтрування – плівкове й об'ємне. У першому домішки затримуються на поверхні фільтруючого матеріалу. При об'ємному фільтруванні домішки затримуються усередині фільтруючого шару в порах матеріалу, за цим принципом працюють швидкісні і надшвидкісні зернисті фільтри. За певних

умов у зернистих фільтрах має місце комбіноване фільтрування, коли частина домішок затримується на поверхні, частину – у порах. Зернисті фільтри широко застосовують для підготовки технічних і оборотних вод, вони незамінні на водоочисних станціях господарчо-питного призначення для освітлення і знебарвлення поверхневих вод, а також для незалізення підземних вод;

- зворотний осмос (гіперфільтрація) – процес фільтрування питної води через напівпроникні мембрани під тиском;

- ультрафільтрація – мембранний процес розподілу розчинів, осмотичний тиск котрих малий. Застосовується для очищення питної води від високомалекулярних речовин, завислих частинок та колоїдів;

- електродіаліз – процес сепарації іонів солей в мембранному апараті, котрий здійснюється під впливом постійного електричного струму. Електродіаліз застосовується для демінералізації питної води. Основним обладнанням є електродіалізатори, що складаються з катіонітових та аніонітових мембран;

- хімічне очищення використовується як самостійний метод або як попередній фізико-хімічним та біологічним очищенням. Його використовують для зниження корозійної активності питної води, видалення з них важких металів, очищення стоків гальванічних дільниць, для окислення сірководню та органічних речовин, для дезінфекції води та її знебарвлення;

- нейтралізація застосовується для очищення стоків гальванічних, травильних та інших виробництв, де застосовуються кислоти та луки.

Потрібний ефект збільшення прозорості води у відстійниках, освітлювачах і на фільтрувальних апаратах із зернистим фільтрувальним матеріалом може бути досягнутий коагулюванням домішок води з метою інтенсифікації процесу, тобто впливом солей багатовалентних металів. При цьому одночасно відбувається значне знебарвлення води.

Знебарвлення води – вилучення забарвлених колоїдів або істинно розчинених речовин – досягають коагулюванням, флокуляцією, напірною

флотацією, застосуванням різних окислювачів (хлору та його похідних, озону, перманганату калію) та сорбентів (активного вугілля).

Коагуляція – процес з'єднання дрібних частинок забруднювачів в більші за допомогою коагулянтів. Для позитивно заряджених частинок коагулюючими іонами є аніони, а для негативно заряджених – катіони. Коагулянтами є вапняне молоко, солі алюмінію, заліза, магнію, цинку, сірчаноокислого газу тощо. Коагулююча здатність солей тривалентних металів в десятки разів вища, ніж двовалентних і в тисячу разів більша, ніж одновалентних.

Флокуляція – процес агрегації дрібних частинок забруднювачів у воді за рахунок утворення містків між ними та молекулами флокулянтів. Флокулянтами є активна кремнієва кислота, ефіри, крохмаль, целюлоза, синтетичні органічні полімери.

Для освітлення води одночасно використовуються коагулянти та флокулянти, наприклад, сірчаноокислий алюміній та поліакриламід. Коагуляція та флокуляція здійснюється у спеціальних ємностях та камерах.

При очищенні води використовується і електрокоагуляція – процес укрупнення частинок забруднювачів під дією постійного електричного струму.

Сорбція – процес поглинання забруднень твердими та рідкими сорбентами (активованим вугіллям, золою, дрібним коксом, торфом, селікагелем, активною глиною тощо). Адсорбційні властивості сорбентів залежить від структури пор, їх величини, розподілу за розмірами, природи утворення.

Після механічних, хімічних та фізико-хімічних методів очищення у питній воді можуть знаходитись різноманітні віруси та бактерії (дизентерійні бактерії, холерний вібріон, збудники черевного тифу, вірус поліомієліту, вірус гепатиту, цитопатогенний вірус, аденовірус, віруси, що викликають захворювання очей). Тому з метою запобігання захворюванням питну воду перед використанням для побутових потреб піддають **зnezаражуванню**.

Для зnezараження води застосовують хімічні (хлорування, озонування, використання олігодинамічної дії срібла) і фізичні (кип'ятіння, ультрафіолетове опромінення) методи.

Найбільш простим, надійним і широко розповсюдженим методом знезаражування води є її хлорування, у нашій країні хлорування води почали застосовувати з 1908 року.

Хлорування води відбувається газоподібним Cl₂, або ж речовинами, що містять активний Cl: хлорне вапно, хлорит, діоксид хлору. Бактерицидний ефект хлорування визначається в основному впливом на протоплазму бактерій недисоційованої молекули хлорноватистої кислоти. Однак, незважаючи на ефективність у відношенні патогенних бактерій, хлорування не забезпечує епідемічної безпеки у відношенні вірусів. Також негативною властивістю даного методу є утворення хлорорганічних сполучень і хлорамінів.

В результаті проведених за останні 10 років досліджень було встановлено, що у воді можуть бути присутніми токсичні легкі галогенорганічні сполуки (ЛГС). Це в основному сполуки, що належать до групи тригалогенметанів (ТГМ): хлороформ, діхлорбромметан, дібромхлорметан, бромоформ та інші, які мають канцерогенну і мутагенну активність.

Медиками виявлено взаємозв'язок між кількістю онкологічних захворювань і споживанням населенням хлорованої води, яка містила галогенорганічні сполуки.

У концепції поліпшення якості питної води в Україні, яку було створено згідно з прийнятою Урядом в 1991 р. науково-соціальною програмою «Питна вода», передбачено розробку і впровадження сучасних технологій отримання якісної питної води з використанням N₂, H₂O₂, що виключає застосування хлору в технології очистки і запобігає утворенню високотоксичних хлорорганічних сполук.

Окислення застосовується для знезараження питної води від токсичних домішок (мідь, цинк, сірководень, сульфід), а також від органічних сполук. Окиснювачами є хлор, азот, кисень, хлорне вапно, гіпохлорид кальцію тощо.

Однією з альтернатив процесу хлорування води є її знезаражування за допомогою озону. Озон є універсальним реагентом, оскільки може бути використаний для знезаражування, знебарвлення, дезодорації води, для

видалення заліза і марганцю. Озон руйнує сполуки, що не підкоряються впливу хлору (феноли), не додає воді запаху і присмаку. З позиції гігієни озонування є одним з найкращих способів знезараження води. Вода при цьому не збагачується додатковими домішками. Залишковий невикористаний озон через короткий проміжок часу розпадається і перетворюється на кисень.

Але в даного методу також існують мінуси: побічні продукти озонування – альдегіди (формальдегіди) і кетони, а також складність і дорожнеча виробництва озону і постійний контроль з боку людини за виробництвом озону. Треба зазначити, що озонування води є відповідальним технологічним процесом, який вимагає великих витрат електроенергії, застосування складних приладів і висококваліфікованого технагляду, оскільки концентрований озон – отруйний газ. Це до певної міри є стримуючим фактором для його широкого застосування.

Знезараження води іонами срібла навіть у малих концентраціях має властивість знищувати мікроорганізми, що пояснюється властивістю його іонів руйнувати протоплазму мікроорганізмів.

«Срібна вода», яка готується електролітичним розчиненням, має високі бактерицидні властивості і з успіхом може бути використана для очищення води від шкідливих мікроорганізмів, дезінфекції та консервування продуктів харчування, для лікувальних цілей тощо. Завдяки мізерним дозам срібла вона є зовсім не шкідливою.

Одним з найбільш ефективних методів знезараження (мікробіологічного очищення) води є ультрафіолетове (УФ) опромінення. Ультрафіолетове проміння впливає на білкові молекули і ферменти цитоплазми клітин. Знезараженню ультрафіолетовим промінням краще за все піддається очищена прозора вода, колірність якої не перевищує 20°, оскільки завислі та колоїдні частинки розсіюють світло і заважають проникненню ультрафіолетового проміння.

Джерелами ультрафіолетового проміння є ртутні лампи, виготовлені з кварцового скла (оскільки звичайне скло не пропускає ультрафіолетову радіацію). Під дією електричного струму ртутні пари дають яскраве зеленувато-

біле світло, багате на ультрафіолетове проміння. Існують два основні види апаратів для опромінення: апарати із зануреними і незануреними джерелами ультрафіолетових променів.

Ультрафіолетове опромінення діє миттєво, у той же час випромінювання не додає воді залишкових бактерицидних властивостей, а також запаху і присмаку. Обробка води УФ – випромінюванням не приводить до утворення шкідливих побічних хімічних сполук (на відміну від обробки хімічними реагентами, у т.ч. хлором, хлораміном, озоном). УФ – знезараження високоефективне протягом усіх періодів року, у т. ч. у паводок і, особливо, узимку, коли ефективність хлорування різко знижується. Бактерицидна установка не має потреби в реагентах.

Дані великого числа досліджень показують, що дози УФ для знищення бактерій і вірусів відрізняються незначно, у той час як при знезараженні хлором ці дози розрізняються до 50 разів, а фільтри для вірусів, як правило, просто «прозорі».

Знезараження води ультразвуковими хвилями. Єдиної теорії, яка б пояснювала досконалу бактерицидну дію ультразвуку, на даний час немає. Найбільш вірогідною є гіпотеза, що пояснює дію ультразвуку на бактерії у воді явищем кавітації, тобто утворенням у рідині порожнини та бульбашок, миттєве «закривання» яких підвищує тиск до десятків тисяч атмосфер. До сьогодення часу дослідження ультразвукових хвиль з метою використання їх в практиці на вітчизняних водопроводах не вийшло із стадії експериментів. За кордоном існують промислові установки.

Термічне знезараження. Термічний метод знезараження застосовується для невеликих об'ємів води. Цим методом користуються в побутових умовах, в санаторіях, в лікарнях, на судах, у потягах. Знезараження досягається 5-10 хвилинним кип'ятінням. Термічний метод знезараження води не знайшов застосування навіть на малих водопроводах через його високу вартість, пов'язану з великими витратами палива, та через малу продуктивність установок.

Для водопостачання підприємств застосовують специфічні заходи; наприклад, для водопостачання електростанцій, підприємств хімічної промисловості, текстильної та інших застосовують пом'якшення води, тобто знижують її жорсткість. Для водопостачання підприємств радіохімічної та хімічної промисловості воду піддають глибокому знесоленню і знижують окислюваність (вилучають органічні речовини). При використанні для цілей водопостачання солоної (морської) води її опріснюють, а інколи і знесолюють.

Питання для самоконтролю:

1. Скільки всього споживається води за рік в Україні і звідки вона береться?
2. Як вода розділяється між споживачами: промисловістю, сільським господарством і житлово-комунальним господарством?
3. Які сполуки входять до складу природної води?
4. Від чого залежить ступінь забрудненості води?
5. Які розрізняють групи показників якості води?
6. Назвіть і дайте характеристику фізичних показників якості води.
7. Назвіть і дайте характеристику хімічних показників якості води.
8. Назвіть і дайте характеристику біологічних показників якості води.
9. Назвіть і дайте характеристику бактеріологічних показників якості води.
10. Основні показники ДСанПіН 2.2.4-400-10. «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання».
11. Які умови існування аеробних і анаеробних мікроорганізмів?
12. На якій характеристиці домішок побудована класифікація Л.А. Кульського?
13. Дайте характеристику домішок першої групи за класифікацією Л.А. Кульського і назвіть методи їх видалення.
14. Дайте характеристику домішок другої групи за класифікацією Л.А. Кульського і назвіть методи їх видалення.
15. Дайте характеристику домішок третьої групи за класифікацією Л.А. Кульського і назвіть методи їх видалення.

16. Дайте характеристику домішок четвертої групи за класифікацією Л.А. Кульського і назвіть методи їх видалення.

ТЕМА 2

СПЕЦІАЛЬНІ МЕТОДИ ПІДГОТОВКИ ВОДИ

План:

- 2.1. Дезодорація
- 2.2. Пом'якшення
- 2.3. Стабілізація
- 2.4. Знесолення
- 2.5. Охолодження
- 2.6. Очищення стічних вод відновленням
- 2.7. Радіаційне окислення
- 2.8. Адсорбційне очищення води
- 2.9. Методи регенерації адсорбентів

Залежно від властивостей води джерела водопостачання або від вимог, що пред'являються споживачами до якості води, може знадобитися спеціальна її обробка – пом'якшення, знезалізнення, стабілізація, знесолення, охолодження та ін.

2.1. Дезодорація

Дезодорація – сукупність заходів, спрямованих на усунення неприємних запахів. Розрізняють дезодорацію повітря від запахів, утворених внаслідок гниття органічних субстратів, та дезодорацію води – позбавлення її запаху і присмаку. Певний присмак (солоний, гіркий, солодкий, кислий), який іноді мають природні води, пов'язаний з наявністю розчинених речовин ($MgSO_4$, $NaCl$, $MgCl_2$, вуглекислота та ін.), а також надлишком солей заліза, марганцю, кальцію тощо. Ще більше розчинених домішок, які надають неприємного запаху, у стічних водах. Характер та інтенсивність запаху і присмаку води визначають органолептичним методом. Для її дезодорації використовують аерацію,

хлорування, ректифікацію, дистиляцію, обробку водяною парою або димовими газами, окиснення під тиском, озонування, екстракцію, адсорбцію, дегазацію, мікробіологічне окиснення та ін. Вибір способу залежить від його ефективності та економічної доцільності.

2.2. Пом'якшення

Пом'якшення води, призначеної для господарсько-питних цілей, зазвичай не виробляють. Однак воно необхідно для деяких технологічних процесів на промислових підприємствах. Так, для окремих виробництв текстильної, хімічної та харчової галузей промисловості потрібна вода з жорсткістю не більше 1 мг-екв/л. Поживна вода для котлів середнього та високого тиску повинна мати жорсткість не більше 0,3 мг-екв/л.

Усунення з води солей жорсткості, тобто зм'якшення її, необхідно виробляти для харчування котельних установок, причому жорсткість води для котлів середнього та низького тиску повинна бути не більше 0,3 мг-екв/л. Зм'якшувати воду потрібно також для таких виробництв, як текстильне, паперове, хімічне, де вода повинна мати жорсткість не більше 0,7-1,0 мг-екв/л. Пом'якшення води для господарсько-питних цілей також доцільно, особливо у випадку, якщо вона перевищує 7 мг-екв/л.

Застосовують такі основні методи пом'якшення води:

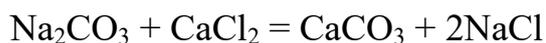
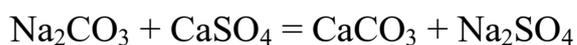
– реагентний метод – шляхом введення реагентів, що сприяють утворенню мало розчинних сполук кальцію і магнію і випадання їх в осад;

– катіонітовий метод, при якому вода фільтрується через речовини, що мають здатність обмінювати катіони (натрію або водню) на катіони кальцію і магнію, розчинених у воді солей. У результаті обміну затримуються іони кальцію і магнію і утворюються натрієві солі, що не додають воді жорсткості;

– термічний метод, що полягає в нагріванні води до температури вище 100°C, при цьому майже повністю видаляються солі карбонатної жорсткості.

З методів реагентного пом'якшення найбільш поширений вапняносодовий, при якому у воду додають вапно для зняття тимчасової (карбонатної) жорсткості

і кальциновану соду для видалення постійної (некарбонатної) жорсткості. При введенні в воду зазначених реагентів утворюються нерозчинні сполуки, які випадають в осад, або сполуки, що зберігаються у воді, але не володіють властивостями солей жорсткості:



Після пом'якшення воду освітлюють у відстійниках або освітлювачах.

Іноді для прискорення процесу освітлення виробляють коагулювання води залізним купоросом.

На рис. 2.1 наведена схема установки для пом'якшення води вапняно-содовим методом, до складу якої входять пристрій для приготування та дозування розчинів реагентів, змішувачі, камери реакції, прояснювачі, фільтри.

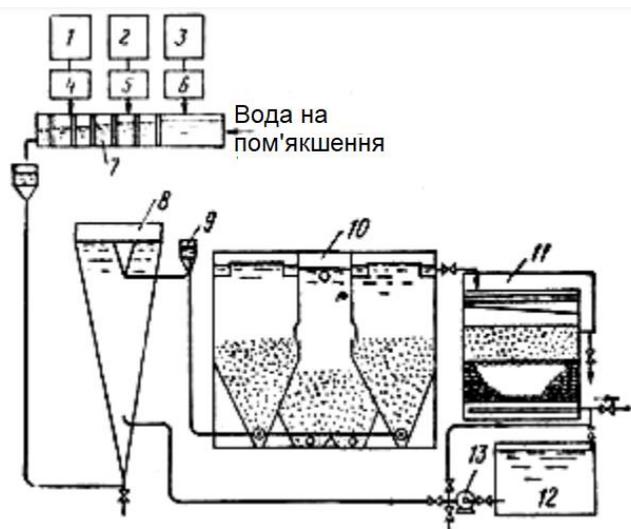


Рис. 2.1. Установка для пом'якшення води вапняно-содовим методом: 1-3 – розчинні бачки; 4-6 – дозуючі бачки; 7 – змішувач; 8 – камера утворення пластівців; 9 – відокремлював повітря; 10 – прояснювач; 11 – фільтр; 12 – резервуар; 13 – насос

При вапняно-содовому пом'якшенні води зазвичай застосовують камери утворення пластівців вихрового типу.

Содово-вапняний спосіб придатний для пом'якшення води з будь-яким співвідношенням карбонатної і некарбонатних жорсткості.

Недоліки содово-вапняного способу пом'якшення полягають в наступному:

- 1) вода не пом'якшується повністю;
- 2) установки для пом'якшення громіздкі;
- 3) необхідне ретельне дозування соди та вапна, чого важко досягти через мінливість складу зм'якшуваної води і реагентів.

Метод катіонітового пом'якшення ґрунтується на здатності катіонів обмінювати катіони натрію або водню на катіони солей жорсткості, що містяться у воді. Умягчається здатність катіонів називають обмінної здатністю або ємністю поглинання.

В результаті обмінної реакції катіони солей жорсткості переходять до складу катіоніту, а в воду переходять катіони натрію, утворюючи натрієві солі. Таке пом'якшення називають Na-катіонуванням. При H- катіонуванні в обмінну реакцію з катіонами магнію і кальцію вступають катіони водню.

При роботі установки катіоніт витрачає катіони Na або H і втрачає здатність зм'якшувати воду. У зв'язку з цим необхідна періодична регенерація катіонітового фільтра. Для відновлення катіонів натрію через фільтр пропускають розчин кухонної солі, а для відновлення катіонів водню – розчин сірчаної кислоти.

Після H-катіонування збільшується кислотність води, а після Na-катіонування вода набуває підвищену лужність. Застосовуючи H-, Na-катіонування, пом'якшену воду не потрібно ні робити більш лужною, ні більш кислою.

На рис. 2.2 наведена схема установки для Na- катіонування.

У напірний фільтр, завантажений катіонітом, по трубі 1 вводиться вода для пом'якшення. Вода проходить через катіоніт зверху вниз і відводиться по трубопроводу 3. Для промивки завантаження фільтра через його дренажну систему подається вода з промивного бака 2. Тривалість промивки 10-15 хв. Промивна вода скидається по трубі 1. Для регенерації катіоніту у фільтр вводять

розчин солі. Сольовий розчин з фільтра йде по трубці 4. Потім фільтр повинен бути відмитий від сольового розчину. Для цього по трубці 1 подають сиру воду, яка проходить фільтр і скидається по трубці 4. Частина цієї води направляється в промивний бак.

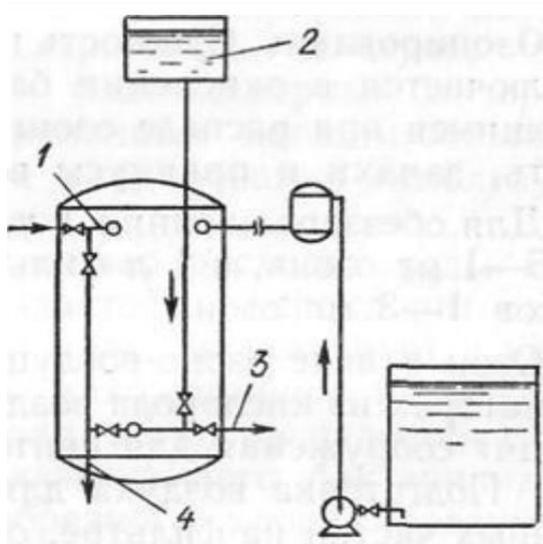


Рис. 2.2. Установка для Na-катіонування

2.3. Стабілізація води

Стабілізація води полягає у наданні їй властивостей, при яких вона втрачає здатність викликати корозію і відкладати солі, перешкоджає біологічному обростанню.

Стабілізація води необхідна в промислових системах оборотного водопостачання, коли через випаровування води в охолоджувальних спорудах в ній підвищується концентрація солей. Стабілізація води в таких системах запобігає утворенню накипу і розвитку корозії в теплообмінних апаратах і охолоджувальних пристроях.

Для стабілізації води застосовують підкислення, рекарбонізацію і фосфатування. Підкислення води полягає в добавці в неї соляної або сірчаної кислоти. При рекарбонізації у воду вводять вуглекислоту для стабілізації карбонатів, що містяться в ній. Для цього зазвичай використовують димові гази, до складу яких входить вуглекислота. При фосфатуванні у воду додають фосфати (гексаметафосфат натрію, тринатрійфосфат і суперфосфат). Фосфати

перешкоджають утворенню відкладень в трубопроводах і, крім того, утворюють на поверхні металу плівку, яка запобігає розвитку корозії.

Для боротьби з біологічним обростанням трубопроводів та обладнання в системах оборотного водопостачання періодично застосовують купоросування або хлорування води.

2.4. Знесолення

Знесолення води полягає у видаленні з неї розчинених солей. Повне знесолення необхідно, наприклад, при підготовці живильної води для котлів високого тиску. Часткове видалення розчинених солей називається опрісненням.

Опріснення вод з солевмістом до 2-3 г/л проводиться за допомогою іонного обміну, вод з солевмістом 3-15 г/л – методом електродіалізу або гіперфільтрації і вод з солевмістом більше 10 г/л – шляхом заморожування, дистиляції чи гіперфільтрації.

Іонний обмін застосовують для опріснення або знесолення води при кількості зважених часток в ній не більше 8 мг/л і кольоровості її не більше 8°. Опріснення води шляхом іонного обміну зазвичай проводиться за одноступінчастою схемою фільтрування через катіоніт і слабоосновних аніоніт. Передбачається видалення вуглекислоти з фільтрату катіонітових фільтрів. Застосовують також дво- і тріступінчасті схеми.

2.5. Охолодження

Охолоджувальні ставки являють собою штучні водойми, в хвостову частину яких скидають воду, що нагрілася, а з головної частини яких забирають охолоджену воду. Охолодження води відбувається внаслідок її випаровування з поверхні і конвекції. Охолоджувальний ефект ставка залежить від температури зовнішнього повітря, сили і напрямку вітру. Для охолодження 1 м³ води необхідна площа ставка 15-40 м².

До недоліків ставків належить заростання їх в результаті інтенсивного розвитку водних організмів і мінералізація води. У зв'язку з цим ставки зазвичай влаштовують тільки в тих випадках, коли необхідно регулювання водного стоку.

Бризкальні басейни виконують у вигляді прямокутних водонепроникних резервуарів глибиною до 1,5 м. Гарячу воду розбризкують по поверхні води за допомогою спеціальних бризкалок. При розбризкуванні води відбувається її охолодження.

Градирні бувають крапельними і плівковими.

Найбільш поширені градирні крапельні баштового типу. Гарячу воду подають у верхню частину башти градирні і по жолобах розводять по всій її площі. Зрошувач являє собою систему дерев'яних рейок. Вода з жолобів падає на розетки, розбризкується і стікає вниз. Холодне повітря надходить через вікна в нижній частині зрошувача і піднімається вгору, охолоджуючи воду. Загальна висота градирень становить 30-80 м. Охолоджена вода збирається під градирнею. Площа зрошувача, необхідна для охолодження 1 м³ води, становить 0,25 – 0,3 м². У плівкових градирнях вода обтікає тонкою плівкою великі поверхні зрошувача.

Застосовують також градирні зі штучною подачею повітря вентиляторами. В цьому випадку витяжна вежа не влаштовується.

Градирні виконують з дерева або залізобетону.

2.6. Очищення стічних вод відновленням

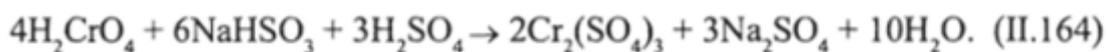
Методи відновного очищення стічних вод застосовують в тих випадках, коли вони містять легко відновлювані речовини. Ці методи широко використовують для видалення зі стічних вод сполук ртуті, хрому, миш'яку.

В процесі очищення неорганічні сполуки ртуті відновлюють до металевої ртуті, яку відокремлюють від води відстоюванням, фільтруванням або флотацією. Органічні сполуки ртуті спочатку окислюють з руйнуванням сполуки, потім катіони ртуті відновлюють до металевої ртуті. Для відновлення ртуті та її сполук запропоновано застосовувати сульфід заліза, боргідрид натрію,

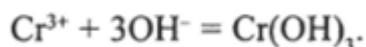
гідросульфід натрію, гідразин, залізний порошок, сірководень, алюмінієву пудру тощо.

Миш'як в стічних водах знаходиться в вигляді кисневмісних молекул, а також у вигляді аніонів тіосоли AsS^{2-} , AsS_3^{3-} . Найбільш поширеним способом видалення миш'яку з стічних вод є осадження його у вигляді важкорозчинних сполук. При великих концентраціях миш'яку (110 г/л) метод очищення заснований на відновленні миш'якової кислоти до миш'яковистої діоксидом сірки. Миш'яковиста кислота має невелику розчинність в кислому і нейтральному середовищах і осідає у вигляді триоксид миш'яку.

Метод очищення стічних вод від речовин, що містять шестивалентний хром, заснований на відновленні його до тривалентного з подальшим осадженням у вигляді гідроксиду в лужному середовищі. У якості відновлювачів можуть бути використані активне вугілля, сульфат заліза (закісного), бісульфат натрію, водень, діоксид сірки, відходи органічних речовин (наприклад, газетний папір), піритний недогарок та ін. На практиці для відновлення найбільш часто використовують розчини гідросульфіта (бісульфіта) натрію:



Реакція протікає швидко при $\text{pH} = 3-4$ і надлишку сірчаної кислоти. Для осадження тривалентного хрому застосовують лужні реагенти $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH та ін. (Оптимальне значення pH для осадження 8-9,5):



Очищення проводять на установках періодичної або безперервної дії.

На установці періодичної дії (рис. 2.3, а) стічні води зі збірки насосами перекачують в реактор. При pH стічних вод більше 3 в реактор вводять сірчану кислоту до досягнення $\text{pH} = 2,5$. Після цього вводять бісульфіт натрію і виробляють інтенсивне перемішування протягом 30 хв. Потім вводять луг і поліакриламід і виробляють осадження осаду, який видаляють з реактора.

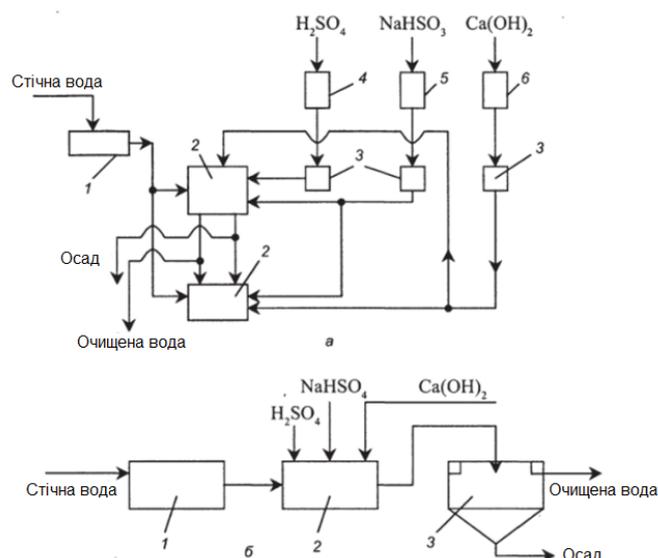
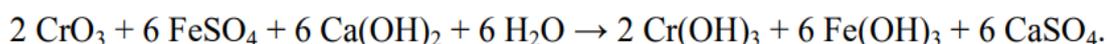
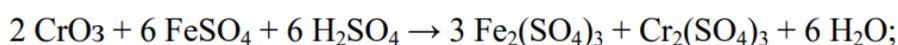


Рис. 2.3. Схеми установок для відновлення хрому: а – періодичної дії: 1 – збірник, 2 – реактори, 3 – мірники, 4-6 – ємності; б – безперервної дії: 1 – усереднювач, 2 – змішувач, 3 – ємність для нейтралізації і відстоювання

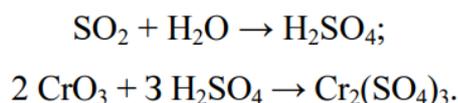
В установках безперервної дії (рис. 2.3, б) стічні води спочатку надходять в усереднювач, потім в змішувач і нейтралізатор. Усереднювач розраховують на перебування води в ньому 10-20 хв. Розчин бісульфата вводять в змішувач після зниження рН до 2,5-3. В кінець змішувача або в камеру знешкодження вводять гідроксид кальцію (вапняне молоко) або розчин NaOH для збільшення рН до 8-9. Процес знешкодження триває до 30 хв. Осад утворюється в нейтралізаторі і випадає повільно, важко ущільнюється і знешкоджується. Для прискорення осадження додають поліакриламід.

Гарні результати виходять при використанні в якості відновника сульфату заліза FeSO₄. Процес можна проводити як в кислому, так і в лужному середовищі:



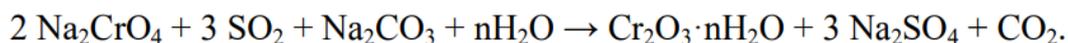
Витрата FeSO₄ залежить від рН середовища і концентрації хрому. Найбільш сприятливі умови проведення процесу: температура 20°C, рН 7 і витрата FeSO₄ в 1,15-1,3 рази більше стехіометричного.

Відновлення діоксидом сірки відбувається за схемою:



Час, необхідний для повного відновлення Cr (VI) залежить від вмісту його в воді. Наприклад, при рН = 3 для зменшення концентрації Cr (VI) в розчині від 30 до 5 мг/л потрібно 1 хв, а від 5 до 0,1 мг/л – 35 хв.

У присутності соди в стічних водах хром повністю видаляється з них:



Процес відновлення проводять при 90°C. Після відділення осаду фільтруванням в стічних водах залишається тільки сульфат натрію. Осад прожарюють при високій температурі з метою отримання стандартного оксиду хрому.

В якості відновника можна використовувати і гідросульфід цинку або суміш його з вапном в різних співвідношеннях, а також сполуки, що містять фосфор Р (1), природний газ, аміак, деревне вугілля, водень та ін.

Можливо також осадження Cr (VI) у вигляді нерозчинних сполук без попереднього відновлення його до Cr (III), наприклад, ацетатом барію. В цьому випадку Cr (VI) осідає у вигляді хромату барію. Перевагою цього методу є можливість одночасної очищення стічних вод і від іонів SO_4^{2-} .

2.7. Радіаційне окислення

Радіацією або іонізуючим випромінюванням називають короткохвильове електромагнітне випромінювання – рентгенівські й γ -промені, електрони, протони, нейтрони, α -частки і ядра віддачі, а також швидкі нейтрони. Джерелом випромінювання найчастіше є радіоактивний ^{60}Co , розпад якого супроводжується викидом β -часток і γ -квантів, що володіють енергією. Період напіврозпаду ^{60}Co – 5,3 роки, час використання у промисловій установці звичайно досягає 10 років. Як інше джерело іонізуючих випромінювань може бути використаний ^{137}Cs .

Накопичений до теперішнього часу експериментальний матеріал дозволяє виявити різні області застосування випромінювань в обробці води. Відомі наступні ефекти опромінювання водних розчинів неорганічних і органічних речовин (включаючи живі мікроорганізми):

1) хімічні перетворення органічних і неорганічних молекул (деградація одних сполук і утворення інших, поява нових функціональних груп, зміна ступеня окислення);

2) зміна стану колоїдних частинок і суспензій;

3) загибель мікроорганізмів.

Зміни складу і властивостей забрудненої води, пов'язані з цими основними ефектами, можна розглядати як кінцеву мету або як проміжні етапи очищення води від забруднень.

Якщо говорити про хімічну дію випромінювання, то можна зруйнувати органічні сполуки до перетворення їх в оксиди – воду, вуглекислий газ і солі. У цьому відношенні дія випромінювання аналогічна дії найсильніших хімічних окислювачів.

Дослідження в області радіаційного очищення дозволили виявити можливі напрями використання радіаційної обробки для очищення води:

1) руйнування органічних речовин у стічних і питних водах. Конкретною метою може бути загальне зниження вмісту органічних сполук, руйнування шкідливих або токсичних речовин, ослаблення забарвлення і запаху, зменшення піноутворення (окислення, дезодорація);

2) прискорення седиментації і поліпшення фільтрованості (коагуляція);

3) кондиціонування осадів після біологічного очищення стічних вод, метою якого є прискорення зневоднення осаду; побічний ефект радіаційної обробки осаду – його дезінфекція і дезодорація;

4) радіаційна дезінфекція стічних або питних вод (зnezараження, дегельмінтизація).

Залежно від складу оброблюваних вод і умов радіаційної обробки можна одержати переважання тих чи інших ефектів або їх комбінацію.

Найдетальніше вивчено радіаційне очищення від ПАВ, зокрема, від аніоноактивних ПАВ типу алкілбензолсульфонатів або алкілнафталінсульфонатів.

Дія опромінювання на такі характеристики стічних вод, як ХСК і БСК, не завжди однакова. При опромінюванні розчинів щодо легкоокислюваних продуктів ХСК зменшується із збільшенням поглинутої дози. Проте в разі опромінювання стічних вод, що містять суміші легко- і важкоокислюваних забруднень, може відбуватися і збільшення ХСК. Це обумовлено тим, що вже при порівняно невеликих дозах, що мало впливають на загальний ступінь окислення суміші, важкоокислювані компоненти в результаті протікаючих під дією випромінювання реакцій перетворюються на легкоокислювані продукти радіолізу.

Аналогічне явище відмічене і відносно біологічної потреби кисню: БСК після опромінювання може і зменшуватися, і збільшуватися, залежно від біологічної окислюваності початкових забруднень.

У багатостадійному процесі біологічного очищення стоків застосування іонізуючих випромінювань підвищує ефективність всього процесу в цілому.

При цьому установка може бути використана на стадіях:

1) попереднього очищення для переведення біонерозкладаних сполук в біорозкладану форму, селективної дії на один або групу компонентів стоку з метою переведення їх в осад та ін.;

2) остаточного очищення;

3) одночасно на обох стадіях, а також для одночасної роздільної обробки твердо- і рідкофазної фракцій стоку.

Економічні й технологічні характеристики процесу визначаються декількома чинниками:

1) початкова концентрація забруднення (повинна бути врахована також хімічна природа забруднення);

2) бажаний ступінь видалення забруднення;

3) витрата енергії на досягнення бажаного ефекту, тобто необхідна доза випромінювання;

4) умови проведення процесу;

5) характеристики і вартість джерела випромінювання;

6) необхідна продуктивність;

7) надійність конструкції радіаційної установки.

2.8. Адсорбційне очищення води

Для адсорбції речовин з води краще використовувати гідрофобні адсорбенти, які не змочуються водою (вугілля, тальк), а з вуглеводних розчинів – гідрофільні адсорбенти, що добре змочуються водою (бентонітова глина, силікагель).

Процес адсорбційного очищення стічних вод складається з трьох стадій:

1) перенесення речовини із стічної води до поверхні адсорбенту (зовнішня дифузія);

2) безпосередньо адсорбційний процес;

3) перенесення речовини всередині адсорбенту (внутрішня дифузія).

Адсорбційне очищення проводять в один чи декілька ступенів за допомогою фільтрування забрудненої води крізь шар адсорбенту з їх інтенсивним перемішуванням або в псевдозрідженому шарі на установках періодичної та безперервної дії (адсорбційних колонах). Рідина з початковою концентрацією розчиненої речовини омиває зерна адсорбенту і заповнює порожнечу між ними. Обсяг порожнечі залежить від форми, розміру зерен адсорбенту, розподілу цих зерен за розмірами і ступенем ущільнення зерен в колоні. Зазвичай останній становить 0,4–0,5 від об'єму колони. Потім починається масопереніс забруднюючої речовини – спочатку до поверхні зерен, а потім всередину зерна. При цьому його молекули адсорбуються.

При русі розчину крізь шар адсорбенту від входу колони до її виходу концентрація речовини змінюється від вихідної C_0 на вході до $C = 0$ на виході. Надалі концентрація на виході зростає, і після того, як вона стане вище гранично

допустимого значення, процес адсорбції слід припинити і провести регенерацію сорбенту.

Вважають, що швидкість безпосередньо адсорбційного процесу велика і не впливає на загальну швидкість процесу очищення.

Звідси виходить, що стадіями, які лімітують швидкість очищення стічної води, виступають зовнішня або внутрішня дифузія, або та і друга разом. Адсорбційне очищення рекомендується проводити при таких гідродинамічних режимах, коли воно лімітується швидкістю протікання третьої стадії, тобто дифузією речовин усередині адсорбенту. Останню можна підвищити, знизивши опір внутрішньої дифузійної області шляхом зміни структури адсорбенту, наприклад, подрібненням його зерна. Для орієнтованої оцінки, яка саме стадія адсорбційного очищення лімітує процес, рекомендується порівняти значення швидкості адсорбції $w = 1,8$ мг/г при діаметрі зерна адсорбенту $d_3 = 2,5$ мм з фактичними.

При менших значеннях фактичних w і d_3 процес лімітується швидкістю протікання першої стадії, при більших – третьої.

У випадку одноступеневого очищення зниження концентрації забруднень до потрібного рівня досягають додаванням у даний об'єм води відразу усієї кількості адсорбенту. При застосуванні багатоступеневої установки на кожному ступені вводять свіжу порцію адсорбенту і знижують концентрацію забруднень поступово. Відпрацьований адсорбент відділяють відстоюванням або фільтруванням, а розчин направляють на наступний ступінь очищення. Цей засіб дозволяє досягти глибокого очищення води при менших витратах адсорбенту.

Тому одноступеневе очищення використовують тільки тоді, коли мають дешевий адсорбент або адсорбент є відходом виробництва.

Ефективність адсорбційного очищення залежить від хімічної природи адсорбенту, площі адсорбуючої поверхні, її доступності, хімічної будови розчинених речовин, їх стану у розчині, присутності інших домішок у розчині, температури та тиску процесу адсорбції.

2.9. Методи регенерації адсорбентів

Для вилучення адсорбованих речовин можуть бути використані такі способи: екстрагування органічним розчинником, зміна ступеня дисоціації слабкого електроліту в рівноважному розчині, відгонка адсорбованої речовини з водяною парою, випаровування адсорбованої речовини струмом інертного газоподібного теплоносія. В окремих випадках здійснюють хімічні перетворення адсорбованих речовин з подальшою десорбцією.

Наприклад, легколеткі органічні речовини (бензол, нітробензол, толуол, етиловий спирт) десорбуються повітрям, інертними газами, перегрітою парою. При цьому температура повітря повинна бути 120...140, перегрітої пари – 200...300, димових або інертних газів – 300...500°C. В якості десорбентів можуть використовуватися низько киплячі, що легко переганяються з водяною парою, органічні розчинники: бензол, бутилацетат, діхлоретан, толуол та ін. Процес десорбції здійснюється при нагріванні або на холоді. Потім розчинник відганяється з адсорбенту гострою водяною парою або іншим теплоносієм. Після десорбції пари конденсують і речовину вилучають з конденсату.

Питання для самоконтролю:

1. Для яких цілей проводять пом'якшення води;
2. Характеризуйте основні методи усунення жорсткості води.
3. Характеризуйте вапняно-содовий метод пом'якшення води.
4. Характеризуйте принцип дії установки для пом'якшення води вапняно-содовим методом
5. Характеризуйте принципи Na- та H – катіонування.
6. Характеризуйте принцип дії установки для Na- катіонування
7. У чому полягає стабілізація води, для чого її проводять?
8. Характеризуйте споруди для охолодження води.
9. З якою метою використовують процеси адсорбції?
10. Які переваги адсорбційного методу в порівнянні з іншими відомими вам методами очищення стічних вод?

11. Що таке адсорбція, адсорбат і адсорбент?
12. Які матеріали використовують в якості адсорбентів?
13. Від яких факторів залежить ефективність адсорбційного очищення стічних вод?
14. Чим одноступеневе адсорбційне очищення стічних вод відрізняється від багатоступеневого?

МОДУЛЬ 2. ВОДОВІДВЕДЕННЯ ТА СПОРУДИ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

ТЕМА 3

СИСТЕМИ І СХЕМИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

План:

- 3.1. Призначення каналізації та класифікація стічних вод
- 3.2 Класифікація систем каналізації
- 3.3. Схеми каналізації
- 3.4. Зовнішні мережі водовідведення
- 3.5. Насосні станції перекачки стічних вод

3.1. Призначення каналізації та класифікація стічних вод

Каналізація є одним з видів інженерного обладнання та благоустрою населених пунктів, житлових, громадських і виробничих будівель, що забезпечують необхідні санітарно-гігієнічні умови і високий рівень зручностей для праці, побуту і відпочинку населення.

Під каналізацією розуміється комплекс обладнання, мереж і споруд, призначених для організованого прийому і видалення по трубопроводах за межі населених пунктів або промислових підприємств забруднених стічних вод, а також для їх очищення та знешкодження перед утилізацією або скиданням у водойму.

Об'єктами каналізації є будівлі житлового, громадського, виробничого, службового та спеціального призначення, обладнані внутрішнім водопроводом та каналізацією, а також споруджувані, існуючі та міста що реконструюються, селища та села, курорти, промислові підприємства, комбінати і промислові райони.

Внутрішня каналізація слугує для прийому стічних вод у місцях їх утворення та для відведення за межі будівлі в зовнішню каналізаційну мережу.

Зовнішня каналізація призначена для транспортування стічних вод за межі населених пунктів або промислових підприємств на очисні споруди, які слугують для знешкодження стічних вод, випуску очищених вод у водойму без порушення його природного стану і обробки осаду в цілях подальшої його утилізації.

Стічними називаються води, використані на побутові, виробничі або інші потреби і забруднені при цьому додатковими домішками, що змінили їх первісний хімічний склад і фізичні властивості, а також води, що стікають з території населених пунктів і промислових підприємств у результаті випадання атмосферних опадів або поливання вулиць.

Залежно від походження, виду і якісної характеристики домішок стічні води поділяють на три основні категорії:

- побутові (господарсько-фекальні);
- виробничі (промислові);
- атмосферні (зливові, дощові).

У свою чергу побутові стічні води поділяються на дві підгрупи:

- господарські – зливання з раковин, мийок, умивальників, ванн, трапів;
- фекальні – зливання із вбиралень в результаті змиву водою фекалій і сечі.

До побутових стічних вод відносять також стічні води, що надходять з лазень, пралень і душових приміщень.

Виробничі стічні води утворюються в результаті використання води у виробничих процесах промислових підприємств (змив окалини, охолодження печей і машин, обробка металу, фарбування тканин та ін.).

Атмосферні стічні води утворюються в результаті змивання пилу, сміття і іншого бруду дощами, що випадають або снігом, що тане з поверхні території міста або промислового підприємства.

Забрудненість стічної рідини характеризується кількістю забруднень, що містяться в одиниці об'єму – концентраціях, і вимірюється в мг/л, мг/дм³ або в г/м³.

Господарсько-побутові стічні води містять мінеральні, органічні і бактеріальні забруднення. До мінерального забруднення відносять – пісок, глину, шлак, розчини мінеральних солей, кислот і лугів. Органічні забруднення бувають рослинного і тваринного походження (залишки плодів, рослин, фізіологічні виділення, органічні кислоти та ін.) До бактеріальних забруднень відносять різні бактерії, грибки, водорості тощо.

Кількість забруднень господарсько-побутових стічних вод в одиниці об'єму залежить від ступеня розбавлення їх водою, що витрачається на побутові потреби жителями (норми водоспоживання). Чим більше витрачається води на одного жителя, тим менш забрудненої буде стічна рідина.

Виробничі стічні води відрізняються великою різноманітністю.

Залежно від технологічного процесу промислового підприємства стічні рідини можуть містити забруднення:

- переважно органічні;
- переважно мінеральні;
- змішані.

Виробничі стічні води можуть містити отруйні речовини (стічні води гальванічних цехів), а також хвороботворні бактерії (стічні води шкіряних заводів, вовномийних фабрик, м'ясокомбінатів, біофабрик та ін.).

За видами забруднень виробничі стічні води можна поділити на такі групи:

- забруднені виробничі стічні води, які потребують очищення перед їх випуском у водойми;

– умовно чисті виробничі стічні води, до яких відносять води від охолодження виробничих агрегатів і конденсаторів. Ці води іноді використовують повторно або спускають у водойми без очищення.

Атмосферні стічні води зазвичай скидають у водойму без очищення.

Склад стічної рідини вивчають з метою правильно визначити наступні умови та обставини:

- а) способи очищення стічної рідини;
- б) можливість утилізації цінних речовин, що містяться в стічній рідині і осаді (жирів, добрив тощо);
- в) можливість використання стічної рідини в якості оборотної води;
- г) матеріали труб і каналів, по яких буде відводитися стічна рідина, і які потрібні заходи запобігання від хімічного впливу на них стічної рідини.

Максимальна витрата побутових вод з 1 га житлової забудови міста в залежності від щільності населення коливається від 0,5 до 2 л/с, або 10000-25000 м³/рік.

Для міст витрата дощового стоку в середньому один раз в році може досягати 100-150 л/с з 1 га, а один раз на 10 років – 200-300 л/с з 1 га. Разом з тим сумарний за весь рік дощовий стік з забудованих територій не перевищує 1500-2000 м³/рік з 1 га. Таким чином, в середніх умовах європейської території за рік дощових вод стікає в 7-15 разів менше, ніж побутових, але максимальні секундні витрати дощових вод в 50-150 разів більше, ніж витрати побутових вод.

Практично при влаштуванні каналізації в населених пунктах і на промислових підприємствах доводиться розраховувати на відведення суміші побутових і виробничих вод або суміші побутових, виробничих і атмосферних вод. Склад цієї суміші може бути досить різноманітним і залежить, переважно, від концентрації і характеру забруднень виробничих вод.

3.2. Класифікація систем каналізації

Розрізняють такі основні системи каналізації: загально-сплавна, роздільна (повна і неповна), полу роздільна і комбінована.

Мережу, призначену для відведення атмосферних вод, називають водостоком або мережею дощової каналізації, а мережу, призначену для відведення побутових вод, – мережею побутової каналізації.

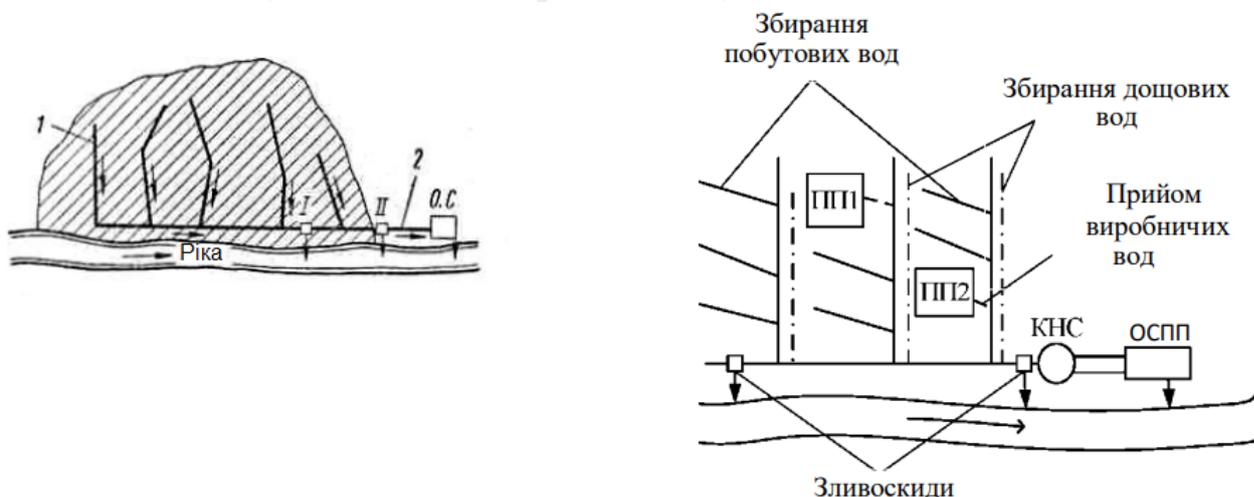


Рис. 3.1. Загально-сплавна система каналізації: О.С. та ОСК- очисні споруди; ПП – промислове підприємство; ОСПП – очисні споруди промислового підприємства; КНС – насосна станція

Забруднені виробничі води відводяться в мережу побутової каналізації, якщо вони не справляють шкідливої дії на процеси очищення, інакше для відведення цих вод влаштовують спеціальну мережу виробничої каналізації.

Загально-сплавна система каналізації складається з єдиної каналізаційної мережі для відведення стічних вод усіх категорій на очисні споруди (рис. 3.1, а).

Загально-сплавну систему іноді застосовують зі зливоскидами I та II, що улаштовуються на головному колекторі 1-2. При цьому частина господарсько-фекальних стічних вод, змішаних з дощовими водами в період сильних дощів, скидають у водойму без очищення. Таке скидання допускається санітарним наглядом при значному (двох-п'ятикратному) розведенні господарсько-фекальних стічних вод дощовими водами. Кількості стічної рідини, що скидається при цьому в ріку, визначають за санітарним і економічними міркуваннями.

Недоліком цієї системи є те, що дощові води поступають в неї періодично в кількості, що на багато разів перевищує приток побутових і виробничих вод. Це

викликає необхідність будувати канали великої площі перетину, якими в суху погоду протікає небагато води. Іншим недоліком є епізодичне скидання у водоймище деякої частини побутових і виробничих стічних вод без очищення, що можливе тільки при наявності поряд з обслуговуваними об'єктами річок з великими витратами води. Протяжність загально-сплавної мережі менше мереж повної роздільної системи.

Повна роздільна система каналізації складається з двох і більше підземних мереж (рис. 3.2, б).

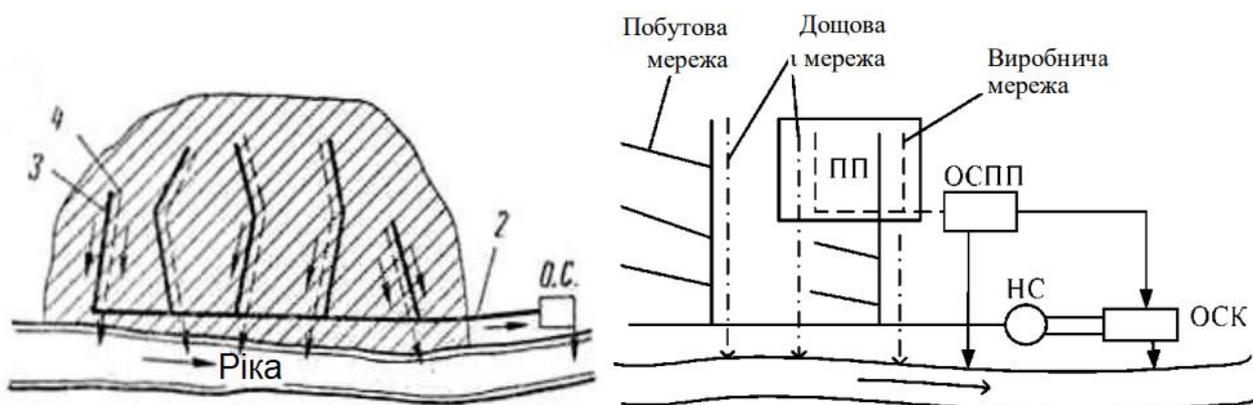


Рис. 3.2. Схеми повної роздільної системи каналізації: О.С. та ОСК- очисні споруди; ПП – промислове підприємство; ОСПП – очисні споруди промислового підприємства; НС – насосна станція

За однією з мереж 3-2 (або декількома) відводять господарсько-побутові і забруднені виробничі стічні води на очисні споруди. За іншою мережею 4 відводяться атмосферні води та умовно чисті виробничі стічні води (які містять незначну кількість забруднень) в найближче водоймище без очищення.

Для очищення виробничих стічних вод передбачаються спеціальні очисні споруди, після яких частково очищені води можуть прямувати для доочистки на міські очисні споруди (ОСК) або (при достатньому ступені очищення) скидатися у водоймище. Можливо повторне використання очищених стічних вод у технологічному процесі підприємств.

Основним недоліком повної роздільної системи водовідведення є проблема очищення поверхневого стоку для дотримання вимог з охорони водоймищ від забруднень. Це завдання може бути вирішене двома шляхами:

- створенням локальних очисних споруд поверхневого стоку на дощовій мережі перед випусками (рис. 3.3, а);
- створенням централізованих очисних споруд поверхневого стоку за межами обслуговуваного об'єкта і перекиданням на них дощових вод по головному колектору дощової мережі (рис. 3.3, б).

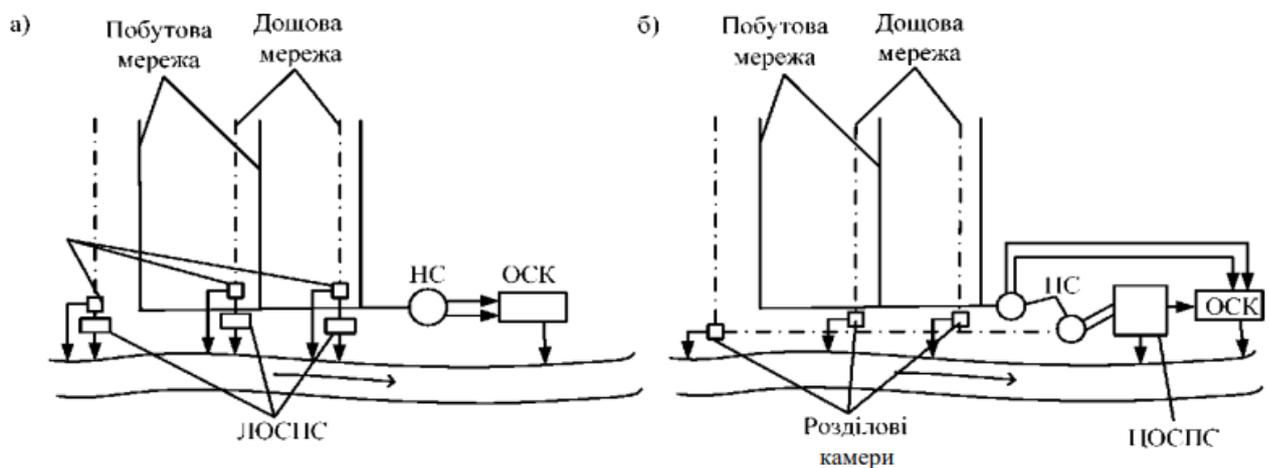


Рис. 3.3. Очищення поверхневого стоку при повній роздільній системі каналізації:
 ЛОСПС – локальні очисні споруди поверхневого стоку; ЦОСПС –
 централізовані очисні споруди поверхневого стоку

При неповній роздільній системі каналізації споруджується одна мережа для відведення господарсько-побутових і забруднених виробничих стічних вод. Атмосферні води відводяться відкритими каналами, лотками, кюветами або канавами. Влаштування неповної роздільної системи можливе тільки для невеликих об'єктів. Зазвичай ця система є проміжним етапом будівництва повної роздільної системи.

Напівроздільна система складається з двох мереж: одна – для відведення побутових і виробничих вод, інша – для відведення атмосферних вод, але головні відвідні колектори влаштовують спільними (рис. 3.4, а). При цьому дощова

мережа з'єднується із спільним відвідним колектором через спеціальні розділові камери (рис. 3.4, г).

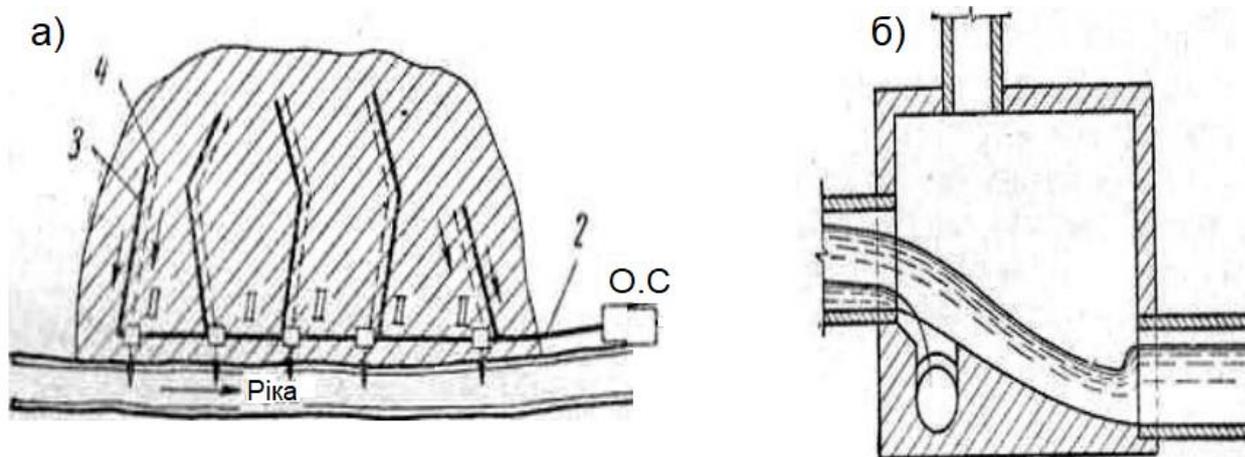


Рис. 3.4. Напівроздільна система каналізації

Ці камери дозволяють направити на очисні споруди разом з побутовими стічними водами перші порції атмосферних вод, які є найбільш забрудненими.

Атмосферні води від невеликих дощів і перші порції поверхневих потоків великих дощів, що змивають основний бруд, надходять на очисні споруди. При великих дощах основна, слабо забруднена маса дощових вод скидається без очищення у водойму через сполучні камери – зливоскиди.

Комбінованою системою водовідведення називають таку систему, при якій обслуговуваний об'єкт в одній частині обладнаний загально-сплавною системою, а в іншій – повною роздільною. Комбіновані системи зазвичай складаються історично в міру зростання того або іншого населеного пункту.

Найбільш широко в нашій країні влаштовують роздільні системи каналізації, які дозволяють швидко покращувати санітарні умови на каналізованих територіях при менших, порівняно з іншими системами, первісних витратах.

3.3. Схеми каналізації

Схемою каналізації називають технічно і економічно обґрунтоване проектне рішення прийнятої системи каналізації з урахуванням місцевих умов і перспектив розвитку об'єкта каналізування.

Кожна система каналізації може бути здійснена різними технічними прийомами при трасуванні мереж і колекторів, визначенні глибини їх закладання, кількості насосних станцій, числа і розташування очисних споруд та ін.

Всі каналізаційні споруди будь-якої системи і схеми каналізації за своїм призначенням діляться на дві основні групи.

До першої групи відносять обладнання та споруди, призначені для прийому та транспортування стічних вод, такі як:

- а) внутрішні каналізаційні пристрої;
- б) зовнішню каналізаційну мережу;
- в) насосні станції і напірні каналізаційні водоводи.

До другої групи відносять:

- а) очисні станції, призначені для очищення, знешкодження, знезараження стічних вод і для обробки осаду;
- б) випуски очищених вод у водойму.

Різноманітність місцевих природних умов не дозволяє використовувати типові рішення схем каналізаційних мереж, але з усього їх різноманіття можна виділити найбільш розповсюджені схеми:

1. Перпендикулярна схема (рис. 3.5, а) – колектори басейнів каналізації трасуються перпендикулярно до напрямку руху води у водоймищі. Така схема застосовується для відведення атмосферних стічних вод, які не потребують очистки.

2. Пересічена схема (рис. 3.5, б) – колектори басейнів перпендикулярні напрямку руху води у водоймищі і перехоплюються головним колектором, який паралельний до ріки. Ця схема застосовується при спокійному нахилі рельєфу місцевості до водоймища і необхідності очистки стічних вод.

3. Паралельна схема (рис. 3.5, в) – колектори басейнів каналізації паралельні до напрямку руху води у водоймищі або під невеликим кутом до нього і перехоплені головним колектором, який транспортує стічні води до очисних споруд перпендикулярно до напрямку течії води у водоймищі. Ця схема вигідна в умовах крутого рельєфу місцевості з нахилом до водойми.

Вона дозволяє зменшити в колекторах басейнів каналізування швидкість руху стічних вод, які могли б спричинити руйнування трубопроводів.

4. Зонна (поясна) схема (рис. 3.5, г) – територія каналізування розбита на дві зони: з верхньої стічні води пливуть самопливом до очисних споруд, а з нижньої – за допомогою насосної станції. Кожна з зон має свою схему, аналогічну пересіченій схемі. Зонну схему застосовують при значному або нерівномірному падінні рельєфу місцевості до водоймища і відсутності умов каналізування всієї території (наприклад, нижньої зони) самопливом.

5. Радіальна схема (рис. 3.5, д) – характерна тим, що очистка стічних вод відбувається на декількох очисних станціях. При цій схемі відведення стічних вод здійснюється децентралізовано. Така схема застосовується в умовах складного рельєфу місцевості і при каналізуванні великих населених пунктів.

Санітарно-захисні зони для каналізаційних очисних споруд приймаються відповідно до санітарних норм. Залежно від характеру споруд для очистки стічних вод і потужності очисних споруд (тис. м³/добу) ширина санітарно-захисної смуги коливається в межах від 100 до 500 м.

Розміри земельних ділянок очисних споруд локальних систем каналізації і їх СЗЗ приймаються в залежності від ґрунтових умов і кількості стічних вод, але не більше 0,25 га відповідно з вимогами ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування».

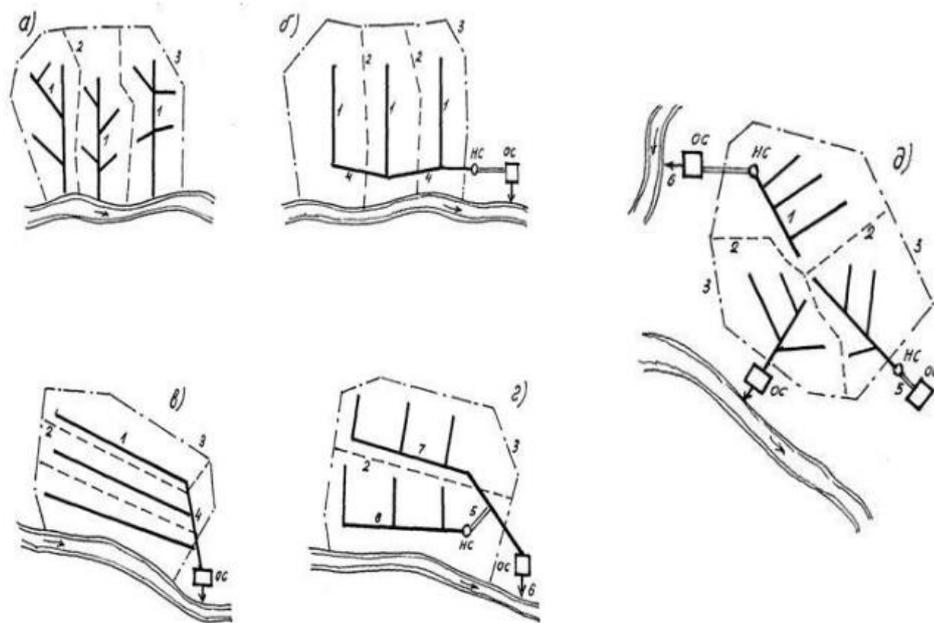


Рис. 3.5. Схеми каналізаційних мереж: а – перпендикулярна; б – пересічена; в – паралельна; г – зонна; д – радіальна. 1 – колектори басейнів каналізування; 2 – межі басейнів; 3 – межа об’єктів каналізування; 4 – головний колектор; 5 – напірний водопровід; 6 – випуск; 7 – головний колектор верхньої зони; 8 – головний колектор нижньої зони

3.4. Зовнішні мережі водовідведення

Зовнішня каналізаційна мережа – це розгалужена мережа труб, каналів, що збирають і відводять стічні води самопливом до НС або до очисних споруд. Залежно від призначення, місця укладання і розмірів зовнішню каналізаційну мережу називають внутрішньодворовою, внутрішньоквартальною або вуличною.

Каналізаційна мережа, яка розташована в межах однієї дворової ділянки і об’єднує випуски з окремих будівель, називається дворовою (рис. 3.6).

Мережу, яка прокладена в межах кварталу і приймає стоки від будівель в цьому кварталі, називають внутрішньоквартальною (рис. 3.7).

Мережу, що приймає стічні води з внутрішньоквартальних мереж, називають вуличною.

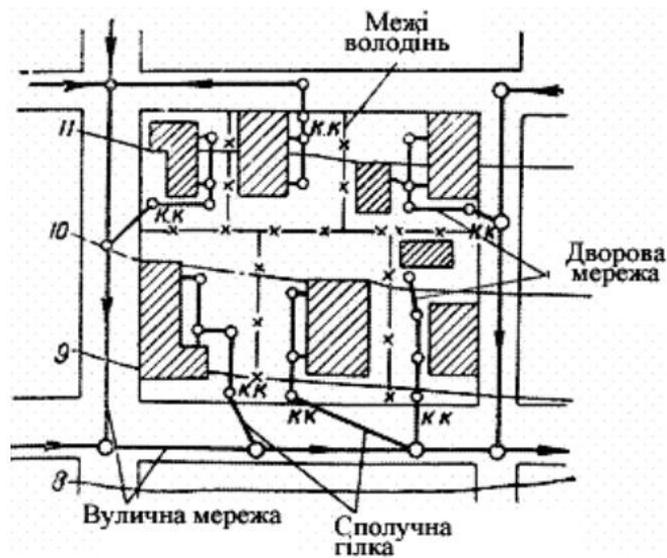


Рис. 3.6. Схема дворової каналізаційної мережі

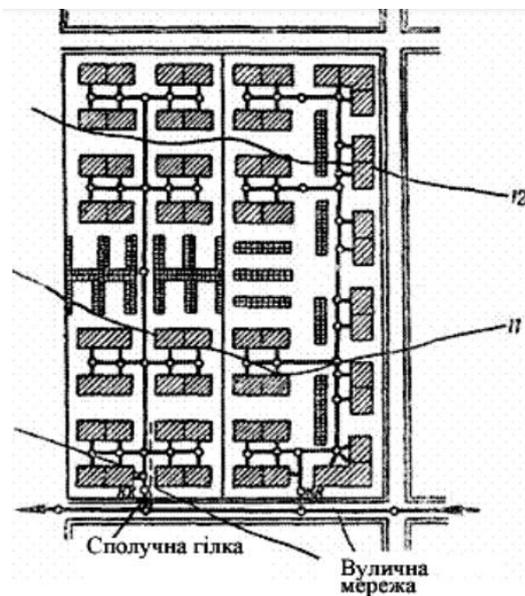


Рис. 3.7. Схема внутрішньоквартальної каналізаційної мережі

Внутрішньоквартальна каналізаційна мережа закінчується контрольним колодязем (КК), розташованим за межами кварталу. Ділянку мережі, що поєднує контрольний колодязь з вуличною мережею, називають сполучною гілкою.

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.

Колектором називають ділянку каналізаційної мережі, що приймає стічні води з двох або декількох вуличних ліній. Розрізняють колектори басейну каналізування (які об'єднують каналізаційну мережу всього басейну), головний колектор (який об'єднує два або декілька колекторів басейнів каналізування), замиські або відвідні колектори (що не мають приєднань, відводять стічні води транзитом за межі об'єкта каналізування до НС і ОС). Великі колектори називають каналами (рис. 3.8).

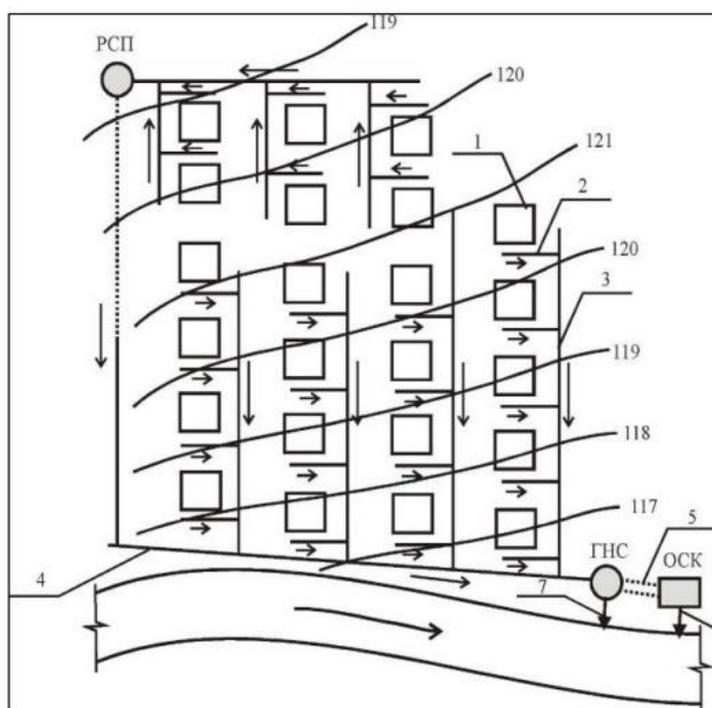


Рис. 3.8. Схема каналізації населеного пункту: РСП – районна станція перекачування; ГНС – головна НС; ОСК – очисні споруди каналізації; 1 – квартали населеного пункту; 2 – вулична мережа; 3 – колектори; 4 – головний колектор; 5 – напірний колектор; 6 – випуск очищених стічних вод у водоймище; 7 – аварійний випуск

3.5. Насосні станції перекачки стічних вод

Насосні станції і напірні водоводи (колектори). Стічні води, якщо дозволяє рельєф місцевості, передають на ОС самопливом. При великих заглибленнях

колекторів у знижених місцях влаштовують насосні станції для підйому стічних вод на вищі відмітки, звідки вони самопливом надходять на ОС.

Залежно від призначення насосні станції підрозділяють на місцеві – для перекачування стічних вод одного або декількох окремих об'єктів каналізування; районні для вод окремих районів або басейнів каналізування; головні – для вод каналізованого населеного пункту (об'єкта). Ділянку каналізаційної мережі від НС до самопливного каналу або ОС називають напірним колектором.

Питання для самоконтролю:

1. Які основні завдання повинна виконувати система водовідведення?
2. Які вимоги ставляться до системи водовідведення?
3. Яке призначення мають внутрішньобудинкові каналізаційні пристрої і мережі?
4. Яке призначення мають внутрішньоквартальні й вуличні мережі?
5. Яке призначення мають колектори?
6. Які принципи прокладення головного колектору?
7. Яке призначення мають очисні комплекси систем водовідведення?
8. Поясніть загальну схему каналізування населеного пункту.
9. Яка різниця між вивізною й сплавною каналізацією?
10. Як класифікують стічні води?
11. Охарактеризуйте побутові стічні води.
12. Які забруднення характерні для побутових стічних вод?
13. Охарактеризуйте промислові стічні води.
14. Охарактеризуйте атмосферні стічні води.
15. Які є джерела забруднення поверхневого стоку?
16. Які забруднення характерні для виробничих та атмосферних стічних вод?
17. Як утворюються так звані «міські» стічні води?
18. Які забруднення за походженням характерні для різних видів стічних вод?

19. Які забруднення за фізичним станом характерні для різних видів стічних вод?

20. Назвіть системи водовідведення населеного пункту, дайте їх коротку характеристику.

21. Назвіть умови застосування кожного виду системи каналізації: загально-сплавної, роздільної, напівроздільної, комбінованої.

ТЕМА 4

ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

План:

4.1. Види стічних вод

4.2. Методи і технологічні схеми очищення стічних вод

4.3. Споруди механічного очищення стічних вод

4.4. Біохімічне очищення стічних вод

4.5. Знезараження біологічно очищених стічних вод

Споруди для очищення стічних вод і обробки осаду призначені для виділення з поступаючих стічних вод забруднень, що містяться в них. Крім того, на кожній очисній станції так чи інакше вирішують питання обробки утворюваних осадів; вони можуть оброблятися безпосередньо на території даної станції або передаватися для обробки на іншу станцію. Склад очисних споруд може бути різним і залежить від методу очищення та виду стічних вод.

Очисні споруди каналізації розташовують нижче за течією річки відносно обслуговуваного об'єкта на деякій відстані від забудови. Таким чином, навіть очищені стічні води скидаються у водоймище за межами міста або підприємства і забруднення річкової води в межах населеного пункту не відбувається; випуски у водоймище – трубопроводи, які призначені для відведення очищених стічних вод у водоймище. Конструкція цих споруд обумовлена вимогами забезпечення швидкого і інтенсивного змішування стічних вод з водою водоймища і

виключення руйнування самого випуску потоками стічної води, що скидається, і води водоймища.

Аварійні випуски розташовуються на головних колекторах і перед насосними станціями. Скидання води в річку через випуски допускається тільки в надзвичайних ситуаціях – при аваріях на колекторах або насосних станціях.

4.1. Види стічних вод

У поняття «стічні води» входять різні за походженням, складом й фізико-хімічними властивостями води, які використовуються людиною для побутових і технологічних потреб. При цьому вода забруднюється, і її фізико-хімічні властивості змінюються. Стічні води різноманітні за складом й, отже, за своїми властивостями.

Розрізняють три основні категорії стічних вод залежно від їх походження (рис. 4.1):

- господарсько-побутові;
- виробничі;
- атмосферні.



Рис. 4.1. Основні категорії стічних вод залежно від їх походження

Побутові стічні води утворюються в житлових, адміністративних і комунальних (лазні, пральні та ін.) будинках, а також у побутових приміщеннях промислових підприємств. Це стічні води, які надходять у водовідвідну мережу від санітарних приладів (умивальників, раковин або мийок; ванн, унітазів і трапів – приладів з ґратами, розташованих на підлозі). Вони містять фізіологічні виділення людей, а також господарські відходи: залишки продуктів харчування, пісок, мило і пральні засоби, тканину, папір тощо.

Господарсько-побутові стічні води можна розглядати як розбавлену суміш сечі і фекалій, кухонних (стоки від приготування їжі і миття посуду) і банно-пральних стоків (стоки від гігієнічних процедур і прання білизни).

Особливістю господарсько-побутових стічних вод є відносна постійність їх складу, що зумовлюється подібністю фізіології людини і її господарської діяльності.

Виробничі стічні води утворюються в процесі виробництва різних товарів, виробів, продуктів, матеріалів та ін. Виробничі стічні води надзвичайно різноманітні за кількістю і складом, які, у свою чергу, залежать від виду виробництва, сировини і технології, що застосовується. Забруднення, характерні для виробничих стічних вод, умовно поділяють на п'ять категорій:

- біологічно нестійкі органічні сполуки;
- малотоксичні органічні солі;
- нафтопродукти;
- біогенні сполуки;
- речовини зі специфічними токсичними властивостями, у тому числі важкі метали, біологічно жорсткі органічні синтетичні сполуки, що не розкладаються.

Виробничі стічні води, що містять органічні речовини, а також токсичні домішки, що перешкоджають біохімічному окисленню цих органічних речовин, піддають локальному очищенню з метою видалення токсичних домішок, після чого скидають у міську каналізацію.

Стічні води багатьох виробництв, окрім розчинних неорганічних і органічних речовин, містять колоїдні домішки, а також завислі грубодисперсні й

дрібнодисперсні домішки, щільність яких може бути більше або менше за щільність води.

Скидання виробничих стічних вод у міську каналізацію регламентується правилами прийому виробничих стічних вод в системи каналізації населених пунктів.

Надходження виробничих стічних вод у міську каналізацію може бути рівномірним чи нерівномірним, безперервним або залповим, цілорічним чи сезонним.

Атмосферні стічні води утворюються в процесі випадіння дощів і танення снігу як на житловій території населених пунктів, так і території промислових підприємств, АЗС та ін. До цієї категорії стічних вод відносять поталі води, а також води від поливання вулиць.

Атмосферні стічні води у сучасних містах містять, крім піску і сміття, що змиваються із бруківок, також і органічні речовини, тому за своїм складом вони часто можуть бути віднесені до слабо забруднених побутових стічних вод.

Забруднення території промислових підприємств призводить до появи в зливових водах домішок, характерних для даного виробництва. Відмінною рисою зливого стоку є його епізодичність і різко виражена нерівномірність по витраті й концентраціям забруднень.

Залежно від системи каналізації господарсько-побутові і виробничі, або господарсько-побутові, виробничі й атмосферні стічні води надходять у міську каналізаційну мережу, утворюючи міські стічні води.

Залежно від гідрогеологічних умов місцевості, характеру виробничих процесів у певному регіоні, витрати води на господарсько-побутові та виробничі цілі вибирається та або інша система водовідведення й, відповідно, схема водовідвідної мережі.

Всі зазначені вище стічні води потребують обов'язкового очищення при їх відведенні у відкриті водойми, оскільки в них містяться різні забруднюючі речовини у концентраціях, що значно перевищують допустимі. Різний ступінь забруднення стічних вод й природа їх утворення вимагають при проектуванні

спільного або роздільного відведення окремих видів стічних вод, спільного або роздільного їх очищення.

Основними характеристиками стічних вод є:

- кількість стічних вод, що характеризується витратою, вимірюваною в л/с або м³/с, м³/год, м³/зміну, м³/добу та ін.;
- види забруднень і вміст їх у стічних водах, що характеризується концентрацією забруднень, вимірюваною в мг/л або г/м³.

Важливою характеристикою стічних вод є ступінь рівномірності (або нерівномірності) їх утворення й надходження у водовідвідні системи. Зазвичай вона визначається нерівномірністю надходження стічних вод за годинами доби у році. Ці характеристики враховуються при проектуванні водовідвідних систем.

4.2. Методи і технологічні схеми очищення стічних вод

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

Механічне очищення дозволяє видалити із стічних вод нерозчинені домішки мінерального та органічного походження. Біологічне очищення забезпечує мінералізацію розчинених органічних забруднень стічних вод у результаті життєдіяльності аеробних і анаеробних бактерій. Фізико-хімічне очищення забезпечує випадання із стічних вод колоїдних і частково розчинених речовин, а також переведення деяких нерозчинених в нешкідливі розчинені речовини, в результаті обробки реагентами стічних вод. Фізико-хімічні методи очищення звичайно застосовують для очищення промислових стічних вод.

До місцевих умов, що впливають на вибір типів водоочисних споруд, належать: наявність достатньої території; клімат; характер ґрунтів; рівень ґрунтових вод; рельєф території ділянок, їх орієнтація по відношенню до об'єкта каналізування; наявність місцевих матеріалів; можливість отримання недорогої електроенергії у необхідній кількості; наявність кваліфікованих працівників, фахівців з очищення стічних вод.

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

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

Послідовність очищення стічних вод за деякими основними схемами розглянуто нижче.

За схемою на рис. 4.2 стічна вода проходить механічну очистку в такій послідовності: крупні забруднення (тканини, папір, кістки, залишки овочів, фруктів тощо) затримуються ґратами; мінеральні важкі домішки (переважно пісок) затримуються піскоуловлювачами; нерозчинені органічні домішки затримуються відстійниками. Далі стічну воду знезаражують (найчастіше хлоруванням) і випускають у водоймище.

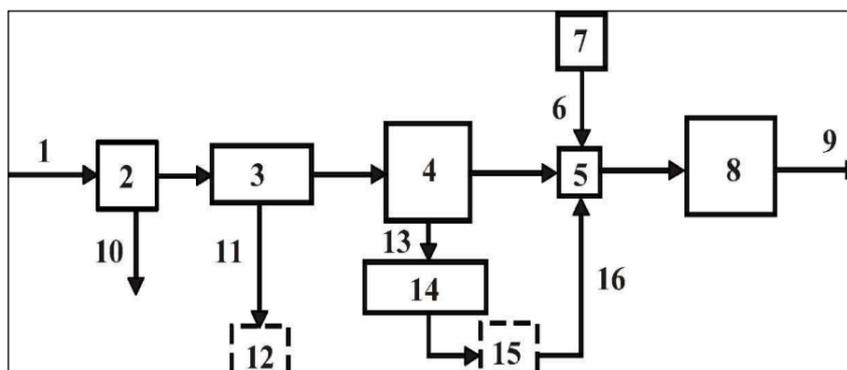


Рис. 4.2. Технологічна схема механічного очищення стічних вод: 1 – подача стічної води на очищення; 2 – ґрати; 3 – піскоуловлювач; 4 – відстійник; 5 – змішувач; 6 – хлорна вода; 7 – хлораторна; 8 – контактний резервуар; 9 – спуск очищеної води у водоймище; 10 – крупні відходи; 11 – піщана пульпа; 12 – піскові майданчики; 13 – осад відстійника (сирий осад); 14 – метантенк; 15 – мулові майданчики; 16 – дренажна вода

Обробку утворюваного осаду здійснюють таким чином:

- крупні забруднення з ґрат збирають в контейнери й періодично автотранспортом відвозять на звалище;
- пісок із пісковловлювачів підсушують на піскових майданчиках.

Органічний осад відстійників називають «сирим» осадом; він містить багато рідини, внаслідок вмісту великої кількості органічних речовин він швидко загниває, набуваючи темно-сірого або чорного кольору і видаючи неприємний кислий запах.

З метою запобігання гниття осаду його стабілізують (або мінералізують, тобто окислюють органічні речовини і руйнують їх) у спеціальних спорудах, наприклад у метантенках. Потім осад зневоднюють на мулових майданчиках. Воду, яку відділяють від осаду на мулових майданчиках, називають дренажною і повертають до основної маси води.

При невеликих витратах стічних вод і необхідності їх біологічного очищення може бути застосовувана схема на рис. 4.3.

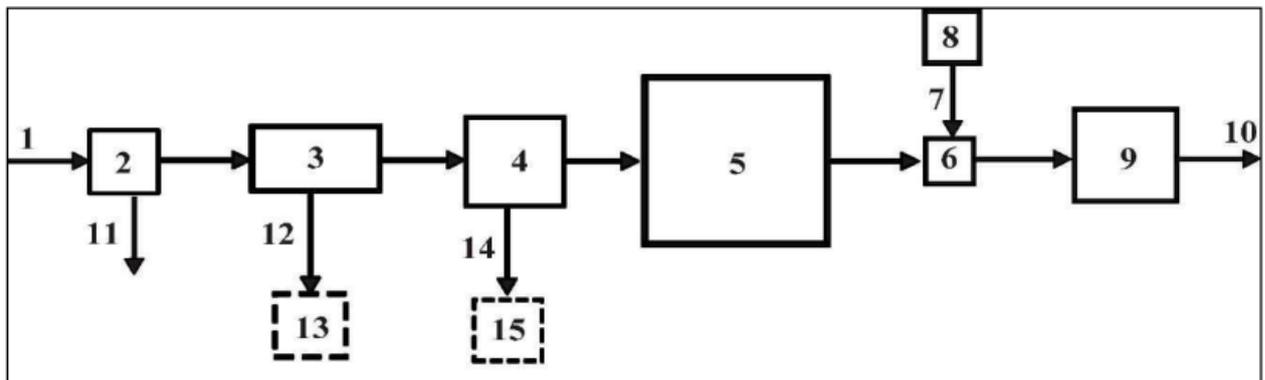


Рис. 4.3. Технологічна схема біологічного очищення стічних вод у природних умовах: 1 – подача стічної рідини; 2 – ґрати; 3 – пісковловлювач; 4 – двоярусний відстійник; 5 – поля фільтрації або біоставки; 6 – змішувач; 7 – хлорна вода; 8 – хлораторна; 9 – контактний резервуар; 10 – спуск очищеної води у водоймище; 11 – крупні відходи; 12 – піщана пульпа; 13 – піскові майданчики; 14 – осад, затриманий і оброблений (стабілізований) у двоярусних відстійниках; 15 – мулові майданчики

За цією схемою механічне очищення відбувається на ґратах, в пісковловлювачах і в двоярусних відстійниках. У двоярусних відстійниках (або

освітлювачах-перегнивачах) одночасно з освітленням стічних вод відбувається стабілізаційна обробка затриманого органічного осаду.

Далі вода проходить біологічне очищення у природних умовах – на полях фільтрації або у біологічних ставках. Після біологічного очищення та знезараження воду скидають у водойми.

При великих витратах стічних вод є доцільною і у даний час найбільш застосовуваною схема з біологічним очищенням стічних вод в аеротенках (рис. 4.4).

Ця схема включає механічне очищення води послідовно на ґратах, в пісковловлювачах і первинних відстійниках і біологічне очищення в аеротенках за допомогою мікроорганізмів активного мулу. Відстійники механічного очищення води називають первинними, а ті, що розташовані після аеротенків й призначені для відокремлення активного мулу, – вторинними. Після цього воду знезаражують і скидають у водоймище. Крім того, за цією схемою передбачені споруди для обробки осаду. Окрема схема їх роботи показана на рис. 4.5.

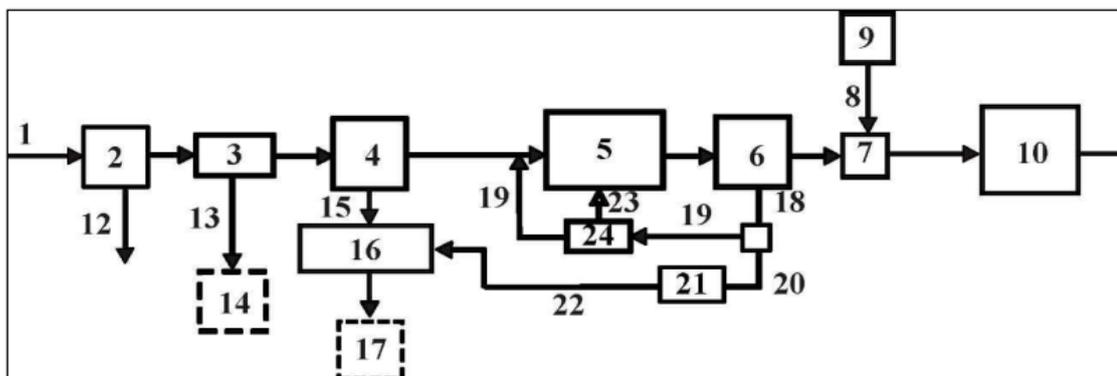


Рис. 4.4. Технологічна схема біологічного очищення стічних вод із застосуванням аеротенків: 1 – очищені стічні води; 2 – ґрати; 3 – пісковловлювач; 4 – первинний відстійник; 5 – аеротенк; 6 – вторинний відстійник; 7 – змішувач; 8 – хлорна вода; 9 – хлораторна; 10 – контактний резервуар; 11 – випуск очищеної стічної води у водоймище; 12 – крупні відходи; 13 – піщана пульпа; 14 – піщані майданчики; 15 – сирий осад; 16 – метантенк; 17 – мулові майданчики; 18 – активний мул; 19 – циркулюючий активний мул; 20 – надлишковий активний мул; 21 – мулозгущувач; 22 – ущільнений надлишковий активний мул; 23 – стиснуте повітря; 24 – насосно-повітродувна станція

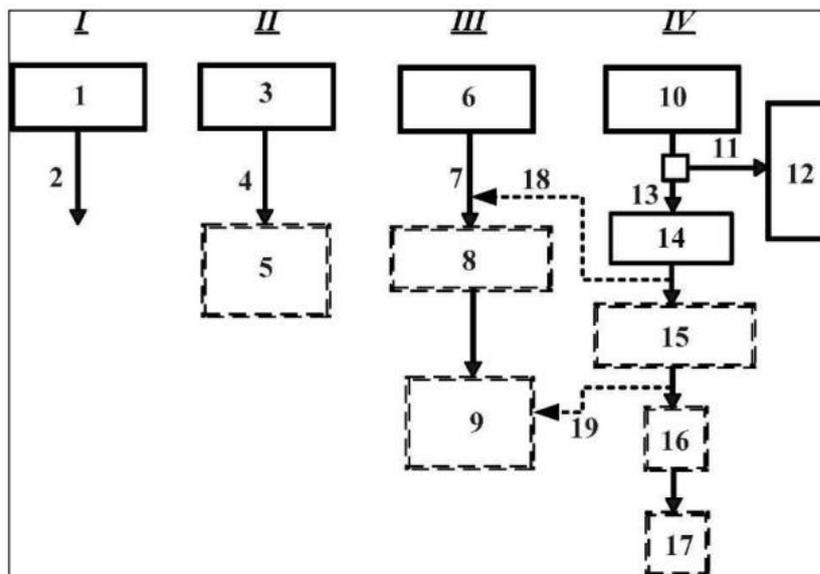


Рис. 4.5. Принципова схема обробки осадів, що утворюються при очищенні стічних вод: 1 – ґрати; 2 – крупні відходи; 3 – пісковловлювач; 4 – піщана пульпа; 5 – піскові майданчики; 6 – первинний відстійник; 7 – сирий осад; 8 – метантенк; 9 – мулові майданчики; 10 – вторинний відстійник; 11 – циркулюючий активний мул; 12 – аеротенк; 13 – надлишковий активний мул; 14 – мулозгущувач; 15 – аеробний стабілізатор; 16 – вакуум-фільтр; 17 – термічне сушіння осаду; 18 – подача ущільненого надлишкового активного мулу для сумісної обробки з сирым осадом; 19 – подача стабілізованого осаду для зневоднення в природних умовах

Крупні відходи, затримані ґратами, збирають і відвозять в місця, узгоджені з санітарними органами (на звалища).

Важкі мінеральні забруднення (переважно пісок), затримані в пісковловлювачах, у вигляді піщаної пульпи направляють для підсушування на сплановані ділянки території, які називають піщаними майданчиками. Там відбувається видалення рідини з осаду за рахунок випаровування, збору відстоюваної води і просочування води в ґрунт з подальшим її збиранням (дренажна вода).

Органічний осад первинних відстійників («сирий» осад) містить багато рідини, внаслідок вмісту великої кількості органічних речовин він легко загниває з утворенням неприємних запахів, надзвичайно небезпечний у санітарно-гігієнічному відношенні, погано зневоднюється, має великі об'єми.

З метою запобігання гниття осаду його стабілізують (або мінералізують, тобто окислюють органічні речовини і руйнують їх) у спеціальних спорудах.

Це може бути зброджування без кисню (в анаеробних умовах) у метантенках або стабілізація у присутності кисню (в аеробних умовах) в аеробних стабілізаторах. Обидва процеси здійснюються за участі відповідних мікроорганізмів. Потім осад зневоднюють на мулових майданчиках (у природних умовах) або механічним способом за допомогою спеціальних пристроїв (вакуум-фільтри, центрифуги, фільтр-преси).

При необхідності додаткового зниження вологості після їх механічного зневоднення застосовують термічне сушіння осадів у спеціальних сушарках.

Спалювання осадів у спеціальних печах здійснюють при неможливості їх утилізації, нестачі території для заховання чи при наявності в осадах токсичних домішок.

Надлишковий активний мул, затриманий у вторинних відстійниках, за своїми властивостями схожий до сирого осаду, тому методи обробки його самостійно або в суміші з сирим осадом аналогічні вищезгаданім. Перед цією обробкою з метою зменшення об'єму осад можна ущільнювати в мулозгущувачах (видаляється частина рідини).

4.3. Споруди механічного очищення 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.

Залежно від продуктивності технологічні схеми механічного очищення можуть бути наступними:

– при витраті до 300 м³/добу – двоярусні відстійники, хлораторна установка, мулові майданчики;

– при витраті до 12 тис. м³/добу – грати, пісковловлювачі, двоярусні відстійники, хлораторна установка, контактні резервуари, мулові майданчики;

– при витраті від 100 тис. м³/добу – грати, пісковловлювачі, горизонтальні відстійники (при витраті до 36 тис. м³/добу – вертикальні відстійники, біокоагулятори;

– при витраті більше 50 тис. м³/добу – радіальні відстійники, хлораторна установка, контактні резервуари, метантенки, мулові майданчики.

Грати призначені для вилучення із стічних вод крупних відходів: паперу, ганчірок, гілля, каміння, залишків овочів та фруктів тощо. Це вертикально або похило (60-70° до горизонту) поставлені на шляху руху стічних вод стрижні з прозорами (відстань між двома сусідніми стрижнями) різної величини залежно від необхідного ступеня очищення. Стрижні ґрат – прямокутного, рідше круглого перетину. Частіше застосовують нерухомі грати, остов яких наглухо закріплений в нерухомій рамі. За способом видалення затриманих домішок розрізняють грати з очищенням ручним і механізованим способами.

Пісковловлювачі призначені для затримання під дією сили тяжіння крупних мінеральних частинок (головним чином піску), питома вага яких значно перевищує питому вагу води. Пісковловлювачі є резервуарами, в яких стічні води протікають з швидкостями 0,15-0,3 м/с, що забезпечують випадання тільки важких мінеральних речовин (в основному піску крупністю 0,25 мм і більше, що складає до 65% всієї кількості піску, що міститься в стічних водах). Пісковловлювачі за своєю конструкцією бувають горизонтальні, тангенціальні, вертикальні, аеровані, що відрізняються напрямком і характером руху оброблюваної рідини.

У відстійниках здійснюють видалення органічних нерозчинених забруднень за рахунок сили тяжіння (осідання забруднень з питоною вагою більше питомої ваги води) або за рахунок спливання (забруднень з питоною вагою менше питомої ваги води). Забруднення, які осідають, збираються на дні відстійника. Для видалення осаду встановлюють скребковий механізм.

Для збору і видалення спливаючих речовин у передньої перегородки відстійника встановлюють поперечний переливний жолоб.

За призначенням виділяють первинні й вторинні відстійники. Первинні відстійники призначені для освітлення води, яка пройшла ґрати і пісковловлювачі й направляється на біологічне очищення або у водоймище.

Вторинні відстійники слугують для уловлювання активного мулу, що виноситься з аеротенків, або біологічної плівки біофільтрів. Залежно від напрямку руху стічних вод розрізняють горизонтальні, вертикальні й радіальні відстійники.

До споруд механічного очищення можна також віднести септики, двоярусні відстійники, біокоагулятори.

4.4. Біохімічне очищення стічних вод

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.

Споруди біологічного очищення у природних умовах підрозділяють на фільтраційні (поля зрошування і поля фільтрації) і об'ємні (біологічні ставки і окислювальні канали). У спорудах першого типу стічна вода фільтрується через ґрунт, що містить аеробні бактерії, одержуючи кисень з повітря, у других – стічна вода протікає через водоймище, яке заселене аеробними мікроорганізмами і куди кисень надходить за рахунок реаерації або механічної аерації.

У штучних умовах застосовують біо- і аерофільтри, аеротенки, компактні установки з механічним аеруванням. Очищення стічних вод в цих спорудах здійснюється ефективніше, оскільки в них штучним шляхом забезпечують сприятливіші умови для життєдіяльності мікроорганізмів (в основному за рахунок більшого надходження кисню повітря).

Суть процесу біологічного очищення стічних вод полягає в тому, що при фільтрації через ґрунт або зернисте завантаження органічні забруднення стічних

вод затримуються на ній, утворюючи біологічну плівку, заселену великою кількістю мікроорганізмів. Плівка адсорбує колоїдні і розчинені речовини, дрібну суспензію, вони за допомогою аеробних бактерій у присутності кисню повітря переводяться в мінеральні сполуки. Атмосферне повітря добре проникає у ґрунт на глибину 0,2-0,3 м, де й відбувається найбільш інтенсивне біохімічне окислення.

Біологічними фільтрами називають водоочисні споруди, де відбувається біохімічне очищення стічних вод при їх фільтруванні через зернисте завантаження, поверхня зерен якої обростає біологічною плівкою, заселеною аеробними бактеріями і нижчими організмами, які здійснюють окислення адсорбованих органічних забруднень стічних вод.

Аеротенки є спорудами біологічного очищення стічних вод, окислення органічних забруднень, в яких відбувається за рахунок життєдіяльності аеробних мікроорганізмів, створюючих скупчення – активний мул. Частина органічної речовини в аеротенку окислюється, а інша забезпечує приріст бактерійної маси активного мула.

Після аеротенків очищена стічна вода відстоюється у вторинному відстійнику, де від неї відділяється активний мул, що повертається назад в цикл очищення. Цей мул називається циркуляційним активним мулом. У процесі окислення органічних речовин розмножуються аеробні мікроорганізми і кількість активного мула зростає, тому частину мулу – надлишковий активний мул – направляють на мулові майданчики для зневоднення або на переробку в метантенки (заздалегідь треба зменшити вологість мулу в мулозгущувачах).

4.5. Знезараження біологічно очищених стічних вод

Знезараження (дезінфекцію) стічних вод проводять з метою знищення патогенних бактерій, які містяться в них, і оберігання водоймищ від зараження стічними водами, що скидаються в них. Частково затримуються бактерійні забруднення і в спорудах з очищення стічних вод, що викликає необхідність періодичної дезінфекції цих споруд.

Знезараження стічних вод може здійснюватися різними способами: хлоруванням; ультрафіолетовими променями; електролізом; озонуванням; ультразвуком.

Найбільш поширеним способом знезараження в даний час є хлорування водним розчином газоподібного хлору або хлорним вапном.

Частина хлору, що вводиться у воду, йде на окислення органічних речовин і на реакції з мінеральними домішками, які містяться у стічних водах.

Споруди для хлорування складаються з хлораторної, змішувача і контактного резервуару. У хлораторній розміщуються: витратний склад хлору, приміщення хлораторів (приготування і дозування розчину хлору).

Для швидшої і кращої дезінфекції необхідне ретельне змішення хлорного розчину із стічною водою і достатній час контакту для проходження реакцій.

Тривалість контакту слід приймати 30 хв. Хлор дуже отруйний, тому вміст його в повітрі приміщення хлораторної не повинен перевищувати 0,001 мг/л.

Знезараження стічних вод можливе методом озонування. Озон енергійно взаємодіє з мінеральними і органічними речовинами. Після озонування кількість бактерій зменшується на 99,8%. Недолік цього методу – складність устаткування і висока вартість знезараження.

Для знезараження очищених стічних вод застосовують опромінювання ультрафіолетовими променями. Проте цей спосіб ефективний лише за наявності завислих речовин у воді до 2 мг/л.

З інших методів дезінфекції води становить інтерес електроімпульсний, який не вимагає застосування реагентів і відносно простий в конструктивному оформленні. Добрі результати досягнуті при використанні ультразвукових коливань для знезараження стічних вод.

Питання для самоконтролю:

1. З якою метою проводять очищення стічних вод?
2. Як класифікують способи очищення стічних вод? В яких випадках їх застосовують?

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

ТЕМА 5

ВНУТРІШНЄ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА КАНАЛІЗАЦІЯ

План:

- 5.1. Системи та схеми внутрішніх водопроводів
- 5.2. Основні елементи та обладнання внутрішніх водопровідних мереж
- 5.3. Вводи та водомірні вузли
- 5.4. Особливості влаштування систем гарячого водопостачання
- 5.5. Протипожежне водопостачання будинків
- 5.6. Внутрішня каналізація. Системи та основні елементи

5.1. Системи та схеми внутрішніх водопроводів

Внутрішній водопровід – це система трубопроводів, обладнання (насосні установки, запасні та регулювальні ємності) та пристроїв, які забезпечують подачу води до санітарно-технічних приладів, пожежних кран-комплектів та

технологічного обладнання, яка обслуговує будинок, будівлю або споруду і має вузол обліку витрат води.

Системи водопостачання будинків повинні забезпечувати споживачів водою заданої якості, в потрібній кількості і під необхідним напором. Як правило, внутрішній водопровід влаштовують лише в тих будинках та спорудах, які підключені до централізованої або місцевої каналізації.

До системи внутрішнього водопроводу житлового будинку входять:

- ввід;
- водомірний вузол, обвідні лінії для пропуску протипожежних витрат;
- розвідна мережа (магістральні лінії, стояки, підведення до санітарних приладів і технологічного обладнання);
- арматура (водорозбірна, змішувальна, запірна і регульовальна).

Залежно від місцевих умов і призначення будинку, до системи внутрішнього водопроводу можуть бути включені насосні установки, водонапірні резервуари та інше обладнання.

Системи внутрішнього водопроводу поділяють за:

- 1) призначенням (рис. 5.1):
 - питні (В1) – подають воду для фізіологічних, санітарно- гігієнічних, побутових та господарських потреб;
 - питні з оптимальним вмістом мінеральних речовин для фізіологічних потреб – колективні або індивідуальні установки додаткового очищення води;
 - протипожежні (В2) – призначені для гасіння пожежі або локалізації вогню;
 - виробничі (В3) – подають воду на технологічні цілі;
- 2) сферою обслуговування: роздільні та об'єднані;
- 3) температурою транспортованої води: холодні та гарячі;
- 4) забезпеченням напором з урахуванням встановленого обладнання;
- 5) способом використання води: прямоочні, зворотні та з повторним використанням води.

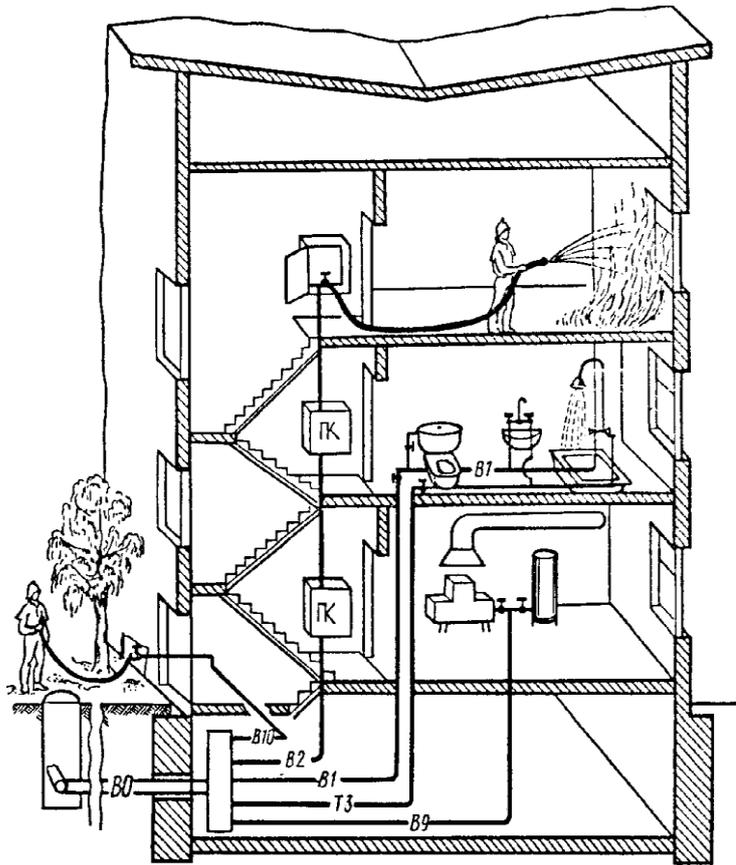


Рис. 5.1 Системи внутрішніх водопроводів: ВО – загальна; В1 – питна; В2 – протипожежна; В3 – виробнича; В10 – поливальна; Т3 – гаряче водопостачання

В питних системах вода повинна бути питної якості, бути нешкідливою для здоров'я, не містити хвороботворних бактерій, бути прозорою, не мати запаху і поганих присмаків, тобто відповідати санітарно-гігієнічним вимогам (ДСанПін: 2.24-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною). Температура води в системі холодного водопостачання для питних потреб повинна бути в межах 5-30° С, гарячого – 50-75° С.

Вимоги до якості води у виробничих водопроводах визначають за технологічним процесом і при цьому не повинно бути корозії, відкладання солей, біологічного обростання трубопроводів та обладнання. Виробничий водопровід може складатись з декількох водопроводів, що подають воду різної якості.

В протипожежних системах водопостачання може бути будь-якої якості.

Систему протипожежного водопроводу в будівлях і спорудах, які мають системи питного або виробничого водопроводу, допускається об'єднувати з

однією з них. У житлових будівлях з умовною висотою 73,5-100 м включно системи питного та протипожежного водопроводу необхідно проектувати роздільними.

Взаємне розташування окремих елементів в кожній конкретній системі водопостачання називають **схемою внутрішнього водопроводу**. Схеми внутрішнього водопроводу підбирають залежно від напору у міській водопровідній мережі та потрібного напору для будівлі.

Схеми можуть бути:

- простими (ввід – водомір – мережа – арматура (рис. 5.2, а) – застосовують у тих випадках, коли тиск в зовнішній мережі завжди більший потрібного для водопостачання даного будинку;

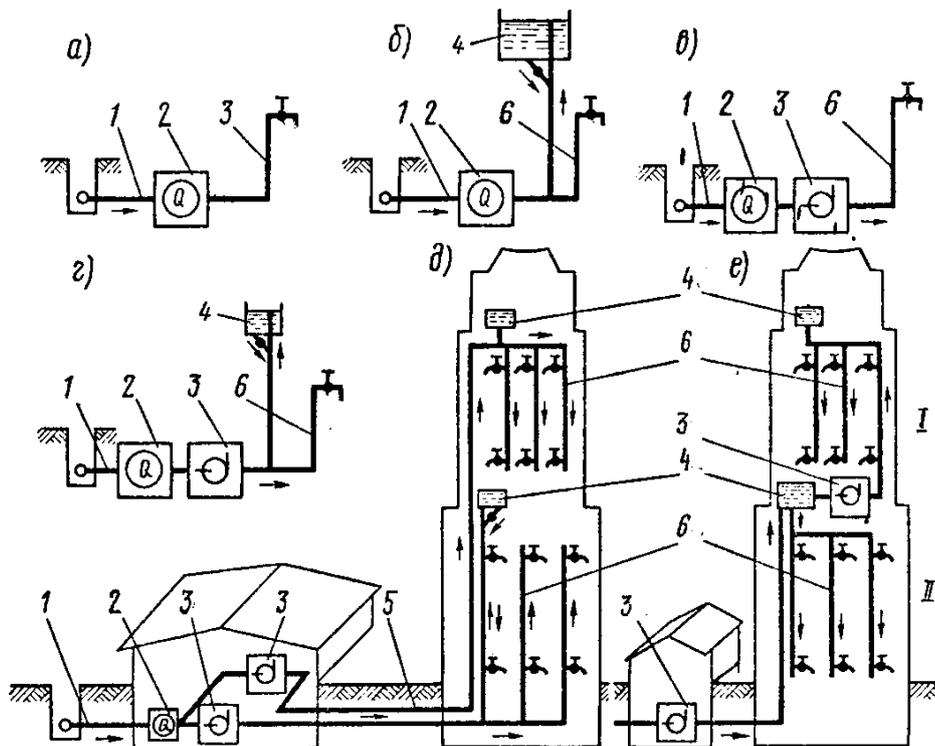


Рис. 5.2. Схеми внутрішніх водопроводів: а – проста; б – з водорегулювальними баками; в – з обладнанням для підвищення тиску; г – з водорегулювальними баками і обладнанням для підвищення тиску; д, е – зонна: 1 – ввід; 2 – водомірний вузол; 3 – обладнання для підвищення тиску; 4 – водорегулювальний бак; 5 – квартальна мережа; 6 – внутрішня мережа; 7 – водорозбірна арматура

- з регулювальними та напірними баками (рис. 5.2, б) – застосовують у тих випадках, коли тиск в зовнішній мережі менший потрібного лише протягом декількох годин або при нерівномірному водоспоживанні;

- з насосними та іншими установками (рис. 5.2, в, 5.2, г) – використовують за постійної недостатчі тиску.

За розташуванням магістральних ліній розрізняють схеми: тупикові (рис. 5.2, а-г), кільцеві, комбіновані, з нижнім і верхнім розведенням труб, зонні (рис. 5.2, д-е).

Вибір системи та схеми внутрішнього водопостачання здійснюють залежно від призначення будинку, технологічних, протипожежних та санітарно-гігієнічних вимог, режиму водопостачання, техніко-економічних показників.

Гідравлічний розрахунок трубопроводів систем холодної води проводять за максимальними секундними витратами води. Системи об'єднаного питно-протипожежного і виробничо-протипожежного водопроводів перевіряють на пропуск розрахункової витрати води на пожежегасіння за розрахункової максимальної секундної витрати її на питні і виробничі потреби. Подачу води в систему гарячого водопостачання допускається не передбачати для житлової забудови на час пожежогасіння і ліквідації аварії на мережі зовнішнього водопроводу.

При розрахунку мереж питних, виробничих і протипожежних водопроводів потрібно забезпечити необхідний тиск води у приладах і пожежних кран-комплектах, які розташовані найвище і в найбільшому віддаленні від вводу.

Діаметри труб внутрішніх водопровідних мереж визначають гідравлічним розрахунком за умови найбільшого використання гарантованого тиску води в зовнішній водопровідній мережі.

Швидкість руху води в трубопроводах внутрішніх мереж повинна бути не більше ніж у ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Ч. II. Будівництво» [12, п.11.6]:

- а) 1,5 м/с – для металевих труб;
- б) 3,0 м/с – для мідних труб;

- в) 2,5 м/с – для труб із полімерних матеріалів;
- г) 3,0 м/с – при пожежегасінні.

5.2. Основні елементи та обладнання внутрішніх водопровідних мереж

Основним елементом водопровідної мережі є труби. Вони повинні пропускати задані витрати води, витримувати максимальний робочий тиск, забезпечувати тривалу експлуатацію до капітального ремонту, мати невеликий гідравлічний опір, незначну масу і вартість, не впливати на якість води. Для внутрішніх водопровідних систем переважно застосовують сталеві, пластмасові та металопластикові труби. Також можливе використання мідних, скляних та чавунних трубопроводів. Вибір типу та матеріалу труб для кожної мережі здійснюють залежно від вимог до якості води, її температури, тиску та інших показників.

Сталеві труби ($d_y = 10-150$ мм) отримали найбільше поширення для влаштування мереж завдяки великій міцності, невеликій вартості, простоті монтажу, можливості згинання та зварювання. Пластмасові (пластикові, полімерні) труби ($d_y = 10-250$ мм) порівняно зі сталевими мають ряд переваг: меншу вагу, високу електро-, гідро-, звуко- і теплоізоляційність, стійкість до корозії, транспортабельність, простоту і швидкість монтажу.

Порівняно з металевими пластмасові труби мають значно меншу механічну міцність, особливо при коливаннях температури, та значно вищий коефіцієнт лінійного розширення, що вимагає пристроїв для компенсації термічних видовжень. Крім того, полімери руйнуються або втрачають частину своїх унікальних властивостей від ультрафіолетового опромінення. Ці недоліки обмежують використання пластмасових труб і тому їх не використовують для відповідальних мереж, наприклад, протипожежних. Різновидом пластмасових труб є металопластикові (багатошарові) труби ($d_y = 14-110$ мм), в яких поєднані переваги металевих та пластмасових труб.

Мідні трубопроводи ($d_y = 10-64$ мм) знаходять широке застосування для внутрішніх систем водопостачання і опалення. Мідь характеризується

експлуатаційною довговічністю, має високу антикорозійну стійкість, витримує високі та особливо низькі температури, не старіє і не кришиться, має мінімальний коефіцієнт лінійного розширення, є екологічно чистою, має антибактерицидні властивості, і тому рекомендована для використання у водопроводах.

Чавунні труби ($d_y = 65-500$ мм) в основному використовують для прокладених в землі мереж. Труби випускають у вигляді прямих відрізків довжиною 2-12 м.

Для з'єднання коротких труб в єдині розгалужені мережі водопроводу застосовують такі види з'єднань:

- сталеві труби – зварне, муфтове, фланцеве, з накидною гайкою;
- пластикові та металопластикові труби – зварне, затискне, клейове, розтрубне, муфтове, фланцеве, з накидними гайками;
- мідні труби – зварне, запресування, за допомогою припою;
- чавунні труби – розтрубне.

Місця з'єднань труб та стики повинні бути такими ж міцними, герметичними і довговічними, як і самі труби.

На мережах питного водопостачання потрібно встановлювати запірну, регулювальну, водорозбірну, змішувальну і термозмішувальну, запобіжну та контрольну- вимірювальну арматуру.

Арматуру водопровідних мереж виготовляють із бронзи, латуні, що не вивільняє цинк, термостійких пластмас та нержавіючої сталі.

Конструкція водорозбірної та запірної арматури повинна забезпечувати плавне закриття та відкриття потоку води. Якість і параметри арматури повинні бути не нижчими, ніж у трубопроводів, на яких її встановлюють. Арматура повинна витримувати максимальний тиск, не менший, ніж труби системи водопостачання. В закритому положенні арматура не повинна пропускати воду. На корпусі не допускається поява стікаючих крапель води. Діаметри арматури повинні мати ті ж величини умовних проходів, що і труби для їх з'єднання.

Запірна арматура (вентиль, засувка, кран корковий, кран кульовий) перекриває потік рідини і відключає окремі ділянки трубопроводу для огляду та ремонту (рис. 5.3).

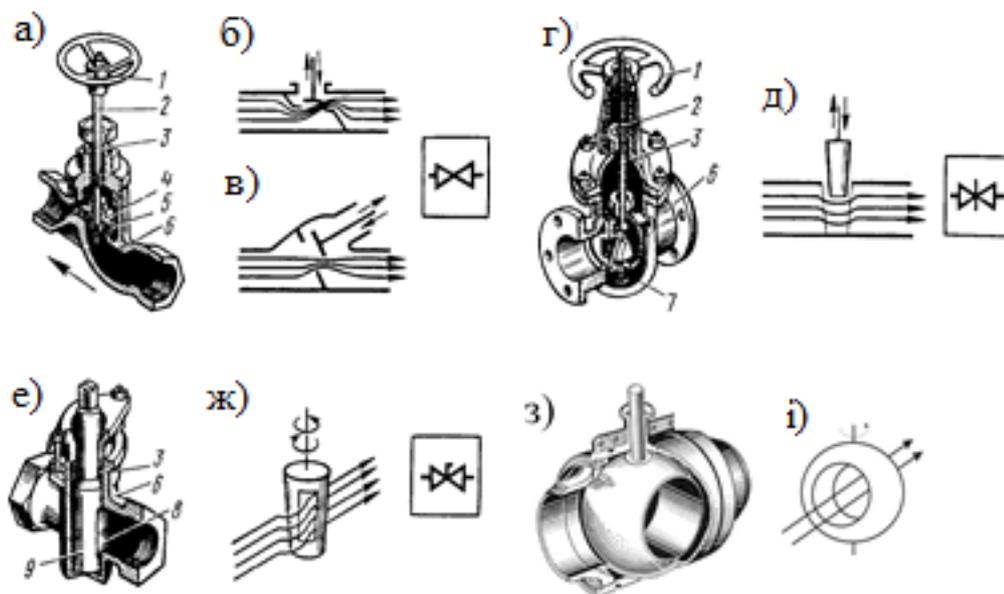


Рис. 5.3. Запірна арматура: а) вентиль; б) схема прямого вентиля; в) схема вентиля «Косва»; г) засувка; д) схема засувки; е) кран корковий звичайний; ж) схема коркового крана; з) кран корковий кульовий; і) схема кульового крана

Регульовальна арматура (регулятори тиску та витрати, запірні вентиля, діафрагми) підтримує на мережі витрати або тиск на рівні, що забезпечує роботу мережі в оптимальному режимі.

Запобіжна арматура (запобіжні та зворотні клапани) захищає систему від пошкоджень при випадковому перевищенні параметрів транспортованої рідини над гранично допустимими.

Водорозбірна арматура призначена для відбору води із системи. Вона повинна бути зручною і надійною в користуванні, довговічною, не допускати втрат води, забезпечувати плавне перекриття потоку води без гідравлічних ударів, мати привабливий зовнішній вигляд, потрібні гідравлічні та акустичні характеристики. До водорозбірної арматури відносять: крани, що подають воду однієї температури (холодну або гарячу); змішувачі, які мають два підведення води (холодна і гаряча) і дозволяють змінювати витрати і температуру води; поплавкові клапани, які призначені для наповнення ємностей до певного рівня.

Розрізняють крани водорозбірні, туалетні, лабораторні, пісуарні, змивні та пожежні. Водорозбірні крани встановлюють біля раковин, мийок та технологічного обладнання; туалетні – з умивальниками та рукомийниками; лабораторні – в лабораторіях; пісуарні – у верхній частині пісуарів; зливні – використовують для промивання унітазів; пожежні – для відбору води для гасіння пожежі. Змішувачі виготовляють настінного, настільного і вмонтованого типів. Залежно від приладу, з яким встановлюють змішувач, розрізняють змішувачі для ванн, умивальників, мийок, душів, біде тощо. Сучасну водорозбірну побутову арматуру розробляють з урахуванням роботи не лише на пропуск розрахункових витрат, але і на експлуатацію цієї арматури в так званому економічному режимі, тобто з обмеженою подачею води. Клапани регулювання витрат води в такій арматурі виготовляють з керамічними шайбами, які є досить стійкими до зношування і на довгий час забезпечують легке управління арматурою без втрат води.

Контрольно-вимірювальна арматура призначена для контролю за витратами води і напором в системі водопостачання. За допомогою лічильників здійснюють облік витрат води. Вимірювання тиску в мережах внутрішнього водопроводу здійснюють манометрами, які встановлюють на мережах переважно у загальних на весь будинок водомірних вузлах або в місцях встановлення насосів.

5.3. Вводи та водомірні вузли

Ввід – це ділянка мережі водопроводу від колодязя із запірною арматурою, на якій після перетину зовнішньої стіни будинку встановлюють запірну арматуру та вузол обліку витрат води. Найчастіше використовують металеві та полімерні труби, які прокладають з уклоном 0,003-0,005 до зовнішніх мереж нижче глибини промерзання ґрунту.

У місцях перетину трубопроводів водопровідні труби прокладають як мінімум на 0,4 м вище каналізаційних труб, а за необхідності прокладання ввідів нижче каналізаційних трубопроводів ввід виконують із сталевих труб, розміщених у футлярі. При цьому віддаль від стінок каналізаційних труб до кінця

футляру не повинна бути меншою ніж 5 м в кожен бік в глинистих ґрунтах і 10 м – у фільтрувальних. У цьому випадку каналізацію також проєктують з металевих труб. При паралельному прокладанні водопроводу та інших підземних комунікацій відстань у плані між вводом питного водопроводу і випуском каналізації повинна бути не меншою за 1,5 м при діаметрі водопроводу до 200 мм включно і одночасно не меншою за 3-5 м від фундаменту будинку.

Кількість вводів залежить від призначення будинку. Найчастіше в невеликих житлових будинках проєктують один ввід, який краще розташовувати в тій частині будинку, де розміщена найбільша кількість водорозбірних приладів. Ввід повинен бути якомога коротшим і підходити до будинку із зовнішньої мережі під прямим кутом. У фундаментах або стінах підвалів для прокладання труб слід передбачати отвори, які забезпечують простір між трубою та будівельними конструкціями, який дорівнює $1/3$ розрахункового значення просідання основи будинку, але не менше ніж 0,2 м. Простір в отворі потрібно заповнювати щільним еластичним водо- і газонепроникним матеріалом. При улаштуванні двох і більше вводів рекомендовано передбачати приєднання їх до різних ділянок зовнішньої кільцевої мережі водопроводу. Між вводами в будівлю на зовнішній мережі потрібно встановлювати запірні пристрої для забезпечення подачі води в будівлю при аварії на одній із ділянок мережі.

Ввід закінчується водомірним вузлом, основним елементом якого є лічильник води. За положеннями [12, п. 13.1] лічильники води необхідно встановлювати:

- на вводах трубопроводів холодного і гарячого водопроводу в кожен будівлю;
- на відгалуженнях в кожен квартиру житлових будинків;
- при встановленні у будівлі водопідігрівача витрату гарячої води потрібно вимірювати лічильником холодної води, який встановлюють разом зі зворотним клапаном перед водопідігрівачем;
- на відгалуженнях трубопроводів в будь-які нежитлові приміщення, вбудовані або прибудовані до житлових, виробничих або громадських будівель;

- на підвідних трубопроводах до окремих санітарно-технічних приладів і до технологічного обладнання (за завданням на проектування).

У системах протипожежного водопроводу встановлення лічильників води не потрібне.

Перед лічильниками (за ходом руху води) рекомендовано передбачати встановлення механічних або магнітно-механічних фільтрів. Втрати тиску у фільтрі не повинні перевищувати 50% втрат тиску, вказаних у паспорті на лічильник [12, п.13.1].

Водомірні вузли можуть мати обвідну лінію або бути без неї [12, п. 13.6]. Обвідна лінія лічильника води обов'язкова за наявності одного вводу в будинок, а також, якщо водоміри не розраховані на пропуск води при пожежі. Засувка на обвідній лінії закрита і опломбована. Трубне об'язування вузлів розміщення лічильників холодної та гарячої води слід конструювати згідно з рекомендаціями, які наведені в [12, п. 13.5], а місця встановлення цих лічильників вибирати згідно з [12, п. 13.1-13.4]. Напрямок руху води повинен співпадати з напрямком стрілки лічильника води. В квартирах лічильники води встановлюють після запірнього вентиля на відгалуженні від стояка. В цьому випадку обвідну лінію не передбачають. Для лічильників води, які встановлюють на вводах в квартири, дозволено застосовувати додатковий захист від маніпулювання показниками лічильників.

Лічильники води (водоміри) за методом вимірювання поділяють на 5 категорій: тахеометричні (крильчасті та турбінні), дифманометричні, вихрові, ультразвукові та електромагнітні.

В сучасних умовах найчастіше для врахування кількості води, яку витрачають у житловому будинку, окремих цехах і невеликих підприємствах застосовують крильчасті лічильники води (рис. 5.4).

Діаметр умовного проходу лічильника води вибирають, виходячи із середньогодинних витрат води за період водоспоживання (добу, зміну), які не повинні перевищувати експлуатаційні.

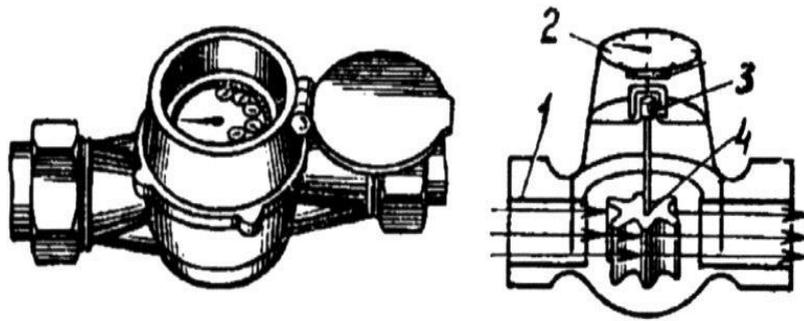


Рис. 5.4. Схема крильчастого лічильника води: 1 – корпус; 2 – циферблат; 3 – лічильний механізм; 4 – крильчатка

Вибраний лічильник води належить перевірити на:

а) пропуск максимальних розрахункових секундних витрат води на господарсько-питні, виробничі та інші потреби; при цьому втрати напору в крильчастих лічильниках води не повинні перевищувати 2,5 м, в турбінних – 1 м;

б) пропуск максимальних розрахункових секундних витрат води на внутрішнє пожежогашіння, при якому втрати тиску у лічильнику води не повинні перевищувати 10 м.

5.4. Особливості влаштування систем гарячого водопостачання

Системи гарячого водопостачання в житлових і громадських будинках призначені для подачі гарячої води, температура якої в місцях водорозбору повинна бути [12, п.6.2]:

а) не нижче 60°C – для систем центрального гарячого водопостачання, які приєднують до відкритих систем теплопостачання;

б) не нижче 55°C – для систем центрального гарячого водопостачання, які приєднують до закритих систем теплопостачання.

Зменшення температури води в системі гарячого водопостачання не повинно перевищувати 5°C . При цьому температура циркуляційної води в системі повинна бути не меншою за 50°C в будь-якій частині системи.

У системах гарячого водопостачання підприємств громадського харчування та інших, де споживачам потрібна вода з температурою вище вказаної, потрібно передбачати додаткове нагрівання води місцевими водонагрівачами.

Залежно від призначення системи гарячого водопостачання поділяють на господарсько-побутові та виробничі. Ці системи допускається об'єднувати у випадку, коли на виробничі потреби використовують воду питної якості або коли внаслідок контакту з технологічним обладнанням не змінюється якість води. У господарсько-побутових системах гарячого водопостачання якість води повинна відповідати вимогам державних стандартів на воду, у виробничих – вимогам перебігу технологічних процесів.

Системи гарячого водопостачання залежно від місця приготування води поділяють на місцеві та централізовані.

Місцеві системи влаштовують у невеликих будинках, в яких нагрівання води здійснюють для кожного споживача або групи споживачів. Воду із системи холодного водопостачання подають у місцеву установку (місцевий водонагрівач), в якій використовуються газ, тверде паливо, електроенергія тощо. В місцевих системах гарячого водопостачання пристрої для нагрівання води мають невеликі розміри і теплову потужність до 100 МДж/год. Залежно від конструкції місцеві установки поділяють на проточні (швидкісні) та ємнісні. В проточних нагрівачах невелика кількість води швидко нагрівається джерелом тепла великої потужності до потрібної температури. В ємнісних – великий об'єм води нагрівається джерелом тепла малої потужності протягом тривалого часу (до кількох годин).

В малоквартирних будинках інколи використовують систему гарячого водопостачання, поєднану з опаленням. В цих системах найчастіше використовують двоконтурні котли або газові проточні водонагрівачі, які працюють в двох режимах: опалення і гарячого водопостачання. Такі котли обладнані двома теплообмінниками (один призначений для приготування гарячої води в системі опалення, другий – для приготування гарячої води в системі водопостачання).

Централізовані системи гарячого водопостачання завдяки їх економічності, простоті експлуатації та обслуговування найчастіше використовують в житлових і громадських будівлях. Їх влаштовують за наявності потужних джерел тепла (ТЕЦ, районних котельень тощо). В централізованих системах гарячого водопостачання воду нагрівають для групи споживачів в одному місці і транспортують її трубопроводами до місць витрачання. Схема системи гарячого водопроводу, кількість елементів у системі та їх взаємне розташування залежать від режиму водоспоживання, типу пристроїв для нагрівання води, довжини трубопроводів тощо.

Воду в системах централізованого гарячого водопостачання можуть нагрівати за відкритою чи закритою схемами. У відкритій схемі гарячу воду забирають безпосередньо з теплової мережі, що виключає необхідність встановлення водонагрівачів та зменшує можливість корозії місцевих трубопроводів, але вимагає підживлення таких систем великою кількістю води, що пройшла попередню обробку. Воду нагрівають в котлах, розташованих у центральних котельнях чи теплообмінниках ТЕЦ, і квартальною мережею подають в систему опалення, а розподільною мережею – на гаряче водопостачання окремих будинків. Циркуляційні трубопроводи повертають охолоджену воду в котли для її підігрівання.

В закритих схемах тепло від котлів передається теплоносію, який теплофікаційною мережею подають до водонагрівача. Вода з системи холодного водопостачання проходить через водонагрівач, нагрівається і подається в розподільну мережу. Водонагрівачі встановлюють в ЦТП або безпосередньо в будівлі-споживачеві гарячої води.

Для мереж гарячого водопостачання використовують, як правило, сталеві труби. Рідше – пластмасові, металопластикові та мідні труби.

Всі трубопроводи системи гарячого водопостачання, за виключенням квартирних підведень і приладів для сушіння рушників, покривають ізоляцією, товщина і якість якої повинна забезпечувати нормовану величину тепловтрат.

При цьому трубопроводи влаштовують на відстані 50 мм від стін до поверхні ізоляції.

Товщину шару теплоізоляції приймають не менше 10 мм. В якості теплоізоляційних матеріалів застосовують матеріали з низьким коефіцієнтом теплопровідності (азбест, мінеральну скловату, поропласти, керамзит, пінобетон тощо). На поверхню труби перед теплоізоляцією наносять антикорозійне покриття (зазвичай бітумне).

5.5. Протипожежне водопостачання будинків

Протипожежні водопроводи подають воду для гасіння або локалізації вогню при виникненні пожежі в будинку. В зв'язку з тим, що пожежа може виникнути в будь-який час, система пожежогасіння повинна бути в постійній готовності. Необхідність влаштування протипожежного водопостачання слід узгоджувати з вимогами [12, п. 8].

Залежно від пожежонебезпечності та вогнестійкості будинків влаштовують такі системи протипожежного водопостачання: системи з пожежними кранами і стояками в будинках з горючих матеріалів з постійною присутністю людей, які можуть виявити пожежу і прийняти заходи щодо її ліквідації до приїзду пожежної команди; автоматичні і напівавтоматичні системи (спринклерні та дренчерні) для будинків, де вогонь може швидко поширюватись, а також в малодоступних приміщеннях, що не охороняються, але небезпечних в пожежному відношенні.

Найбільше поширення отримали протипожежні водопроводи, що складаються з мережі магістральних трубопроводів, пожежних стояків, пожежних кран-комплектів і, за необхідності, пожежних насосів. До складу обладнання пожежного кран-комплекту входять (рис. 5.5): пожежний вентиль діаметром 50 або 65 мм, рукав (шланг) того ж діаметра, довжиною 10, 15 або 20 м із швидкоз'єднувальними напівгайками, пожежний ствол, утримувач напірного рукава, шафа або кришка. Для промислових і громадських будинків пожежні крани повинні комплектуватися ручними вогнегасниками. Крім того, у шафах пожежних кран-комплектів повинна бути передбачена можливість встановлення

кнопок дистанційного запускання пожежних насосів та відкривання запірної арматури на обвідній лінії водомірного вузла, кнопок відкривання поверхових клапанів димо-тепловидалення та включення вентиляторів димо-тепловидалення і підпору повітря, датчиків положення вхідної запірної арматури пожежних кран-комплектів та датчика відчинення шафи пожежного кран-комплекту.

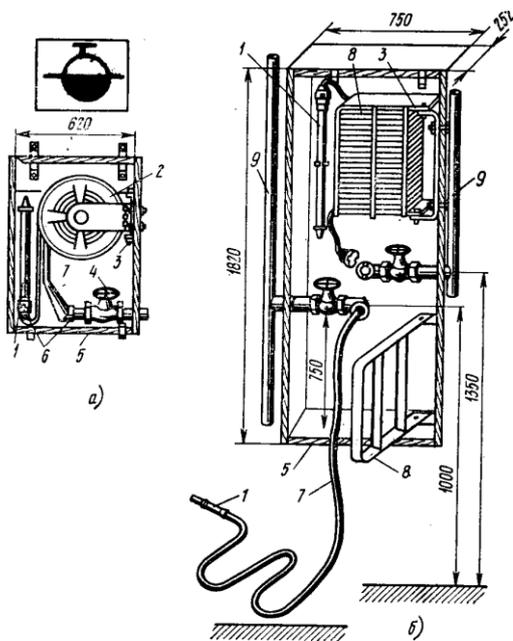


Рис. 5.5. Пожежні крани: а) одиничний; б) спарений: 1 – ствол; 2 – котушка; 3 – кронштейн; 4 – вентиль; 5 – шафа; 6 – головка; 7 – рукав; 8 – полиця; 9 – стояк

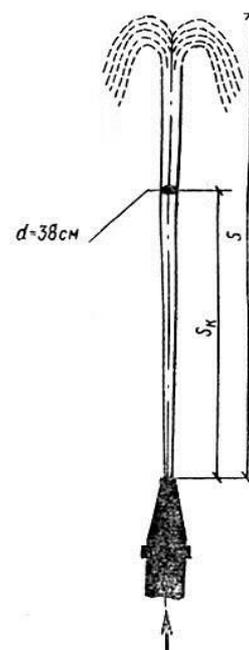


Рис. 5.6. Схема компактного струменя: S – повна висота струменя; S_k – висота компактної частини струменя

Пожежні кран-комплекти встановлюють біля входів, на майданчиках опалювальних сходових кліток (крім незадимлюваних), в вестибюлях, коридорах, проходах та в інших найдоступніших місцях на висоті 1,35 м над підлогою приміщення і розміщують у вбудованих або навісних шафах, які мають отвори для провітрювання і пристосовані для опломбування та візуального огляду їх без розкриття. Спарені пожежні кран-комплекти допускається встановлювати один над іншим, при цьому другий кран-комплект встановлюють на висоті не менше 1 м від підлоги. Розміщення шаф, в яких розташовані пожежні кран-комплекти, не повинно зменшувати нормативну ширину шляхів евакуації,

а також повинно забезпечувати вільний доступ для пожежо-рятувальних підрозділів та їх обладнання до системи протипожежного водопроводу.

Струмінь води з пожежного ствола повинен мати достатню енергію, щоб збити полум'я з поверхні, що горить, і тому робочою частиною струменя рахується лише його компактна частина, яка є суцільним циліндром (рис. 5.6). Роздроблену частину струменя до розрахунку не беруть. Витрати води на внутрішнє пожежогасіння і число струменів, що мають одночасно подаватись з пожежних кранів, визначають за [12] залежно від призначення, кількості поверхів і об'єму будинку. Кількість пожежних кранів в системі визначають з урахуванням зрошення всіх площин будинку компактними струменями. При гасінні пожежі може діяти один або декілька пожежних кранів одночасно. Протипожежний водопровід повинен забезпечувати необхідну кількість води під повним напором до будь-якого пожежного крана.

Кожен кран має розрахунковий радіус дії, який визначають за сумою довжини шланга і, як правило, половини довжини компактної частини струменя.

При визначенні місць розміщення і кількості пожежних стояків, пожежних кран-комплектів у будівлях необхідно враховувати, що [12, п. 8.11]:

а) у житлових будівлях з кількістю струменів два пожежні кран-комплекти слід розміщувати на окремих стояках;

б) у виробничих, житлових і громадських будівлях при розрахунковій кількості струменів не менше ніж три, на стояках допускається встановлювати спарені пожежні кран-комплекти;

в) радіус дії пожежних кран-комплектів доцільно приймати рівним довжині пожежного рукава з урахуванням довжини компактної частини струменя, укорочення прямолінійності довжини рукавів на 30% та розміщенням технологічного обладнання.

Найменшу довжину та радіус дії компактної частини струменя (від 6 до 20 м) приймають рівними висоті приміщення, а саме від підлоги до найвищої точки перекриття (покриття), але не менше ніж [12, п. 8.7]:

а) 6 м в житлових, громадських, виробничих, адміністративно-побутових, будівлях (спорудах) промислових підприємств висотою (умовною висотою) не вище 47 м;

б) 8 м в житлових будівлях умовною висотою більше ніж 47 м;

в) 16 м в громадських, виробничих і адміністративно- побутових будівлях (спорудах) промислових підприємств висотою (умовною висотою) більше ніж 47 м.

Внутрішні мережі протипожежного водопроводу кожної зони будівлі (споруди) умовною висотою 47 м і більше, а також підземних окремо розташованих та вбудованих у будинки іншого призначення гаражах з двома поверхами та більше повинні виконуватися окремо від інших систем внутрішнього водопроводу.

У квартирах житлових будинків умовною висотою понад 47 м в якості первинного пристрою пожежогасіння передбачають встановлення внутрішнього квартирної пожежного кран-комплекту, який забезпечує можливість подавання води у будь-яку точку квартири з врахуванням струменя води 3 м. Пожежний кран-комплект встановлюють після лічильника холодної води [12, п. 8.3].

У будівлі потрібно застосовувати насадки, стволи і пожежні кран-комплекти однакового діаметру і пожежні рукава однієї довжини.

При трасуванні протипожежного водопроводу застосовують ті ж положення, що і при трасуванні холодного водопроводу, але використовують тільки металеві труби.

Автоматичні спринклерні та дренчерні системи гасять вогонь без участі людини і одночасно подають сигнал пожежної тривоги (рис. 5.7). Напівавтоматичні дренчерні системи та водяні завіси дистанційно вмикаються людьми при виникненні пожежі або небезпеці поширення вогню. Спринклери спрацьовують при підвищенні температури і заливають вогнище. Вони мають корпус з штуцером, рамкою та розеткою. В корпусі є діафрагма з отвором, що закритий клапаном. Клапан притиснутий до отвору замком, який при підвищенні температури розпадається, вода вибиває клапани і розбризкується. Дренчери

відрізняються від спринклерів тим, що не мають клапана та замка і вихідний отвір завжди відкритий.

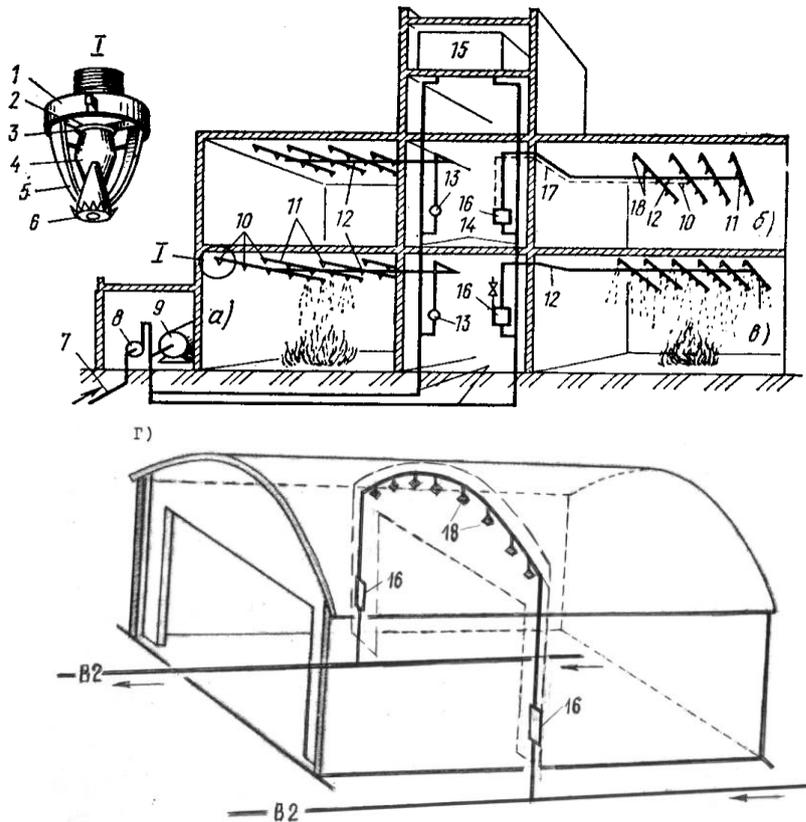


Рис. 5.7. Автоматичні протипожежні системи: а) спринклерна; б) автоматична дренчерна; в) дренчерна; г) дренчерна завіса: 1 – корпус спринклера; 2 – діафрагма; 3, 13, 16 – клапани; 4 – замок; 5 – рама; 6 – розетка; 7 – ввід; 8 – насос; 9, 15 – баки для води; 10 – спринклери; 11, 12, 14, 17 – трубопроводи; 18 – дренчер

Спринклерна або дренчерна система будинку має два джерела водопостачання (основне і автоматичне), магістральні трубопроводи, розподільну мережу зі спринклерами або дренчерами та вузол управління. Основне джерело водопостачання – це зовнішня водопровідна мережа або пожежний резервуар. Автоматичне джерело водопостачання (водонапірний або гідропневматичний бак) служить для забезпечення витрат і напору води в системі до включення основного джерела водопостачання.

Водозаповнені спринклерні установки проектують для приміщень висотою не більше 20 м з мінімальною температурою повітря 5° С і вище. В межах одного приміщення встановлюють спринклерні зрошувачі з випускним отвором одного

діаметру. Спринклерні зрошувачі установок водяного пожежогасіння встановлюють перпендикулярно до площини перекриття (покриття) розетками вверху або вниз, а спринклерні настінні зрошувачі – паралельно площині підлоги. Відстань від розетки спринклерного зрошувача водяного пожежогасіння до площини перекриття (покриття) повинно бути 0,08-0,4 м; для настінного зрошувача відстань до площини перекриття (покриття) – 0,07-0,15 м. Дозволено приховане встановлення зрошувачів або в заглибленні підвісної стелі. Гідравлічний розрахунок трубопроводів спринклерних та дренчерних установок проводять на випадок живлення тільки із основного джерела.

В дренчерних установках водяного пожежогасіння застосовують дренчерні зрошувачі, встановлені розетками вверху або вниз. Відстань між зрошувачами визначають з розрахунку витрати не менше 1,0 л/с на 1 м ширини прорізу. Відстань від легкоплавкого замка до площини перекриття (покриття) становить 0,08-0,4 м.

В кожній секції число спринклерів не повинно перевищувати 800, а дренчерів – 70. На дренчерній мережі передбачають патрубок, що виведений назовні для підключення пожежних машин.

5.6. Внутрішня каналізація. Системи та основні елементи

Внутрішня каналізація – це система трубопроводів та інженерного обладнання, що забезпечують організований прийом стічних вод в місцях їх утворення та транспортування забруднених стоків за межі будинку у зовнішні мережі. За необхідності до системи внутрішньої каналізації можуть входити споруди місцевого підкачування або локального очищення стічних вод.

Системи внутрішньої каналізації поділяють за:

- способом збору та видалення забруднень: вивізна (рідкі забруднення в неканалізованих районах збирають децентралізовано (вигріби, люфтклозети), періодично вивозячи їх автотранспортом на очисні споруди) та сплавна (забруднення розбавляють водою і транспортують за межі будинку в зовнішні мережі);

- характеристикою стічних вод: побутова (відводить забруднену воду після миття посуду, продуктів, прання білизни, санітарно-гігієнічних процедур, а також фекальні стоки, що містять рідкі та тверді виділення людини), виробнича (відводить за межі будівель виробничі стічні води, що утворилися в технологічному процесі), дощова (водостоки) (відводить з даху будинків дощові та талі води);

- сферою обслуговування: об'єднані (використовують у тих випадках, коли змішування різних стічних вод не утворює токсичних, вибухонебезпечних або інших речовин, що перешкоджають безпечному транспортуванню і очищенню стічних вод) та роздільні (влаштовують на підприємствах, коли виробничі стоки потребують локального очищення або коли змішування різних стоків недоцільно і недопустимо згідно з вимогами державних стандартів);

- наявністю спеціального обладнання та вентиляції мережі: прості (без спеціального обладнання) та зі спеціальним обладнанням (наприклад, місцеві установки підкачування або очищення стічних вод перед їх відведенням у зовнішні мережі).

Перераховані системи каналізації видаляють забруднення в рідкому стані (стічні води). Тверді відходи, сміття видаляють сміттєпроводами, які також відносять до систем каналізації (каналізація твердих відходів).

Система внутрішньої каналізації (рис. 5.8) складається з таких основних елементів: приймачів стічних вод (санітарні прилади, воронки, лійки, трапи, лотки тощо), гідравлічних затворів, внутрішньої каналізаційної мережі (поверхові відвідні труби, стояки, горизонтальні ділянки і випуски).

Приймачі стічних вод виконують у вигляді відкритих посудин або воронок, що збирають забруднену воду і відводять її в каналізаційну мережу. Приймачами стічних вод служать санітарно-технічні прилади (мийки, раковини, умивальники, ванни, душові піддони, біде, унітази, пісуари); спеціальні санітарно-технічні прилади (лікувальні ванни та оздоровчі душі, медичні умивальники, спеціальні мийки тощо); пристрої для прийому виробничих стічних вод (лотки, трапи, приймальні решітки, прямки, воронки тощо);

водостічні воронки, які призначені для збору і відведення з даху дощових або талих вод.

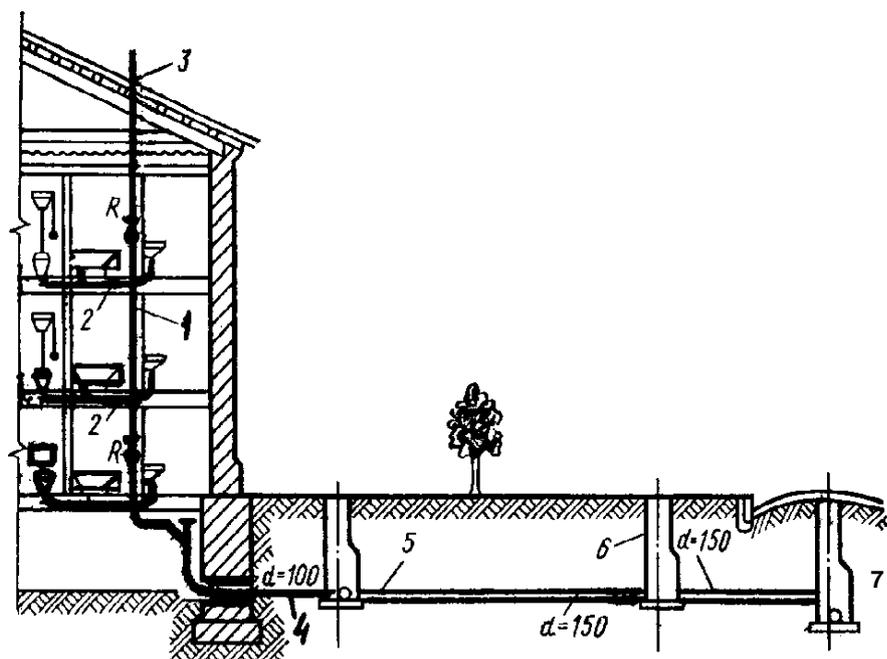


Рис. 5.8. Схема внутрішньої каналізації: 1 – каналізаційний стояк; 2 – поверхові відвідні лінії; 3 – витяжна частина стояка; 4 – випуск; 5 – дворова мережа; 6 – контрольний колодезь; 7 – вуличний колодезь

Основні вимоги до приймачів стічних вод, – це простота їх конструкції, високі гігієнічні показники та зручність в експлуатації. Приймачі стічних вод повинні виготовлятися з міцного водонепроникного матеріалу, що не піддається перепаду температур та хімічній дії стічних вод. Поверхню приладів для зручності промивання роблять гладкою із заокругленими формами. Санітарні прилади кріплять до будівельних конструкцій за допомогою дюбелів, шурупів або клею. У випусках всіх приймачів стічних вод (крім унітазів) є решітки для затримання твердих забруднень, що можуть викликати засмічення трубопроводу.

Гідравлічні затвори перешкоджають попаданню газів з каналізаційної мережі в приміщення. Гідрозатвори (сифони) розміщують після кожного санітарно-технічного приладу, крім тих, що мають його в своїй конструкції (унітази, трапи, пісуари). Оскільки сифони можуть засмічуватись, то передбачають отвори, які закриваються корками або кришками, що дозволяє

прочищати сифони та трубопроводи біля них. Як правило, гідрозатвори виготовляють з чавуну або пластмаси. U-подібні сифони встановлюють з умивальниками, мийками, пісуарами. Сифони пляшкового типу монтують в житлових будинках з умивальниками, мийками, біде. Для ванн випускають спеціальні сифони, що мають невелику висоту і трійник для під'єднання переливної труби.

Поверхові відвідні труби з'єднують приймачі стічних вод зі стояками з уклоном в сторону стояка. Для приєднання до стояка відвідних трубопроводів передбачають, як правило, косі хрестовини і трійники. Виняток становлять двоплощинні хрестовини. Приєднувати санітарні прилади, розташовані в різних квартирах на одному поверсі, до одного трубопроводу не допускається.

Каналізаційні стояки транспортують воду від відвідних ліній в нижню частину будинку. Стояки розташовують біля приймачів стічних вод відкрито біля стін або приховано – в монтажних шахтах, блоках, кабінах (ближче до унітазів). Не слід розміщувати стояки біля перегородок, що відділяють санвузли від житлових кімнат, маючи на увазі шум води, що виникає при роботі санприладів. Для зменшення кількості стояків приймачі стічних вод розташовують компактними групами як в плані, так і в розрізі будинку по висоті. По всій висоті стояки повинні мати один діаметр, не менший за найбільший діаметр відвідних труб. До одного каналізаційного стояка можуть бути приєднані поверхові відвідні труби двох суміжних санвузлів на поверсі. Стояки під'єднують до збірних горизонтальних ділянок або випусків, використовуючи косий трійник і відвід 135° , два відводи 135° або видовжений відвід 90° , тобто ті фасонні частини, що забезпечують плавний перехід вертикального потоку рідини в горизонтальний. В основі стояк повинен мати жорстку опору.

Каналізаційні стояки можуть мати витяжну частину (вентильовані стояки) або бути без неї – невентильовані. Наявність витяжної частини забезпечує вентиляцію зовнішніх каналізаційних мереж та захищає гідрозатвори від відсмоктування води. Для зменшення кількості перетинів покрівлі будинку можуть влаштовувати одну спільну витяжну частину для декількох стояків.

Діаметр витяжної частини окремого стояка повинен бути рівний діаметру його стічної частини.

Збірні горизонтальні каналізаційні трубопроводи, що об'єднують стояки і випуск, прокладають у підвалах, технічному підпіллі або каналах. Всі каналізаційні стояки будинку рекомендовано об'єднувати у групи, до яких входять близько розташовані один біля одного стояки. Для кожної групи проектують один каналізаційний випуск. Всі випуски слід направляти за межі стін дворових фасадів (тобто в сторону розташування під'їздів) і підключати до дворової каналізації. При обґрунтуванні дозволяється проектувати один загальний торцевий випуск.

Найменшу глибину закладання каналізаційних труб приймають за умови забезпечення захисту труб від руйнування під дією постійних і тимчасових навантажень, але не меншою ніж глибина промерзання ґрунту.

Для систем каналізації з урахуванням температури транспортованої рідини, вимог до міцності, корозійної стійкості, довговічності, економії витрачених матеріалів необхідно застосовувати такі труби:

а) пластикові (полівінілхлорид, поліетилен високої щільності, поліпропілен), полімерні, чавунні, бетонні – для самопливних трубопроводів;

б) напірні пластикові, полімерні чавунні, сталеві (у тому числі із нержавіючої сталі) – для напірних трубопроводів.

Труби і фасонні вироби для внутрішньої каналізації повинні бути уніфіковані за номінальним зовнішнім діаметром: 32 мм, 40 мм, 50 мм, 75 мм, 90 мм, 110 мм і 160 мм. Трубопроводи для систем внутрішньої каналізації з'єднують за допомогою розтрубних з'єднань із використанням ущільнювальних кілець або манжет. При з'єднанні гладких труб між собою допускається застосування розтрубних муфт, при цьому розтрубні муфти мають бути закріплені на опорах.

На відповідних лініях побутової та виробничої каналізації для ліквідації засмічень трубопроводів передбачають встановлення прочисток або ревізій. Ревізії дозволяють прочищати трубу в обох напрямках. Їх виготовляють у вигляді люків в трубі, що закриваються кришкою, яка кріпиться до корпусу

двома або чотирма болтами (виготовлення з металу) або різьбовим з'єднанням (виготовлення з пластмаси). Між кришкою і люком для герметичності встановлюють гумову прокладку. Прочистки виконують у вигляді косою трійника або двох відводів 135° з заглушкою. Прочистка забезпечує плавний вхід тросу в трубу в одному напрямку при чищенні цієї ділянки.

Розрахунок внутрішньої каналізаційної мережі виконують згідно з рекомендаціями [12, п. 20].

Відведення дощових та талих вод з даху будинку може бути неорганізованим з вільним скиданням води звисами карнизу та організованим при скиданні води через зовнішні та внутрішні водостоки (рис. 5.9).

Зовнішні водостоки складаються з жолобів та водостічних труб. Труби і деталі до них виготовляють з оцинкованої сталі або пластмаси. Випуск зовнішніх водостічних труб повинен бути вище тротуару або вимощення на 0,2 м. При влаштуванні відкритих випусків передбачають заходи щодо запобігання розмивання поверхні ґрунту біля будинку.

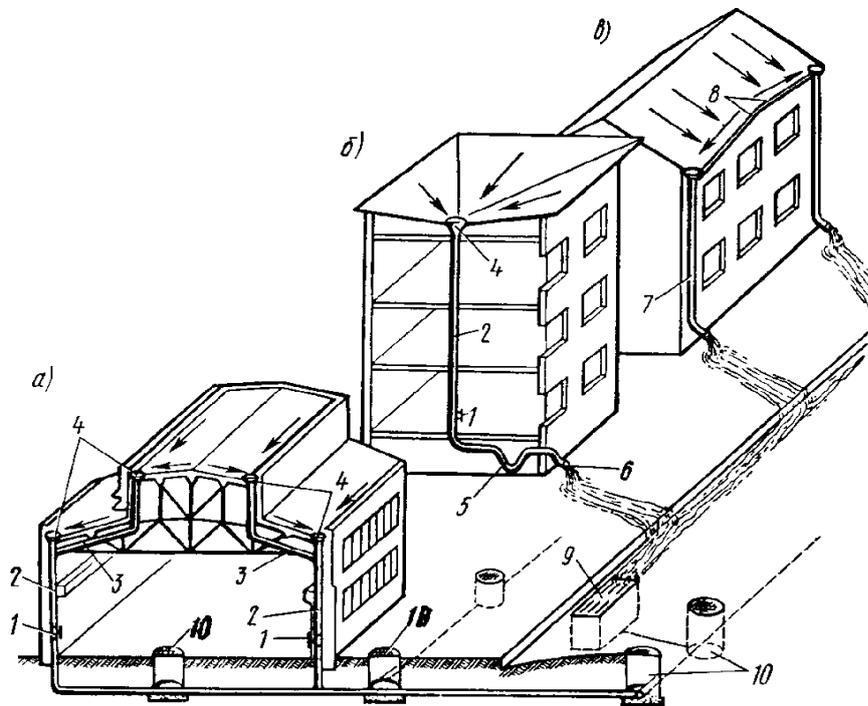


Рис. 5.9. Водостоки будинків: а), б) внутрішні; в) зовнішні: 1 – ревізії; 2 – стояк; 3 – відвідні труби; 4 – воронка; 5 – гідрозатвір; 6 – відкритий випуск; 7 – водостічна труба; 8 – жолоб; 9 – дощоприймач; 10 – оглядові колодязі

Внутрішні водостоки складаються з таких основних елементів: водостічних воронок, відвідних трубопроводів (стояків, підвісних або підпільних колекторів, випусків) і пристроїв для огляду та очищення (ревізій, прочисток, оглядових колодязів). Вода з внутрішніх водостоків може відводитись на вимощення будинків (відкриті випуски) або в мережі дощової чи загальносплавної каналізації (закриті випуски).

Проектування і розрахунок внутрішньої дощової мережі виконують згідно з рекомендаціями [12, п. 22].

Питання для самоконтролю:

1. Характеристика систем внутрішнього водопроводу.
2. Назвіть елементи систем внутрішнього водопроводу.
3. Характеристика схем внутрішнього водопроводу.
4. Що таке ввід і які вимоги до його влаштування?
5. Назвіть види лічильників води.
6. Де встановлюють лічильники води?
7. Характеристика внутрішніх водопроводів.
8. За якою витратою проводять гідравлічний розрахунок внутрішньої водопровідної мережі?
9. Яку арматуру використовують в системах внутрішнього водопостачання?
10. Характеристика систем гарячого водопостачання.
11. Вимоги до температури води в системах гарячого водопостачання.
12. Назвіть системи протипожежного водопостачання і вимоги щодо їх влаштування.
13. Елементи пожежного кран-комплекту.
14. Яка різниця між спринклером і дренчером?
15. Класифікація систем внутрішньої каналізації.
16. Призначення елементів внутрішньої каналізації.
17. Після яких санітарно-технічних приладів не влаштовують гідрозатвір?
18. Елементи внутрішніх і зовнішніх водостоків.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 115 с.
2. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 96 с.
3. ДСанПіН 2.2.4-400-10. «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання». – К., 2010. – 8 с.
4. ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». – К., 2010. – 13 с.
5. Толстопалова Н.М. Технологія та обладнання одержання питної та технічної води. Практикум. Частина 1. [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / Н.М. Толстопалова, М.І. Літинська, Т.І. Обушенко. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 101 с.
6. Современная децентрализованная водоподготовка. Часть 1. Актуальные водные проблемы / Под ред. Т.Е. Митченко. – К.: ВВО WATERNET, 2018. – 95 с.
7. Обтічне питання: Водокористування в Україні та досвід ЄС. – К.: ФОП Попов, 2019. – 11 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2019/10/obtichne-pytannia-web3.pdf>
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 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. – 80 с.

11. Сорокіна К. Б. Теоретичні основи технології очистки води (Теоретичні основи водопідготовки): конспект лекцій / К. Б. Сорокіна; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 128 с.

12. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Ч. II. Будівництво. [Чинний від 2013- 03-01]. Вид. офіц. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2013.

13. Шадура В.О., Кравченко Н.В. Водопостачання та водовідведення: навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2018. 343 с.

14. Міські інженерні мережі та споруди : підручник / А.М.Тугай та ін. – Київ: КНУБА, 2016. – 288 с.

Навчальне видання

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

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

Частина 2

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

Укладач БІЛОШИЦЬКА Наталія Іванівна

Оригінал - макет Н.І. Білошицька

Підписано до друку _____

Формат 60×84¹/₁₆. Папір типограф. Гарнітура 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. Київ, вул. Іоанна Павла II буд 17,

Телефон: +38(050) 218 04 78, факс (064 52) 4 03 42

E-mail: vidavnictvosnu.ua@gmail.com