

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

Є. Г. Пономаренко, Т. В. Дмитренко

ТЕХНОЛОГІЇ ОХОРОНИ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для здобувачів першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти зі спеціальності 183 – Технології захисту
навколишнього середовища)*

**Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2024**

Пономаренко Є. Г. Технології охорони водних ресурсів : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 183 – Технології захисту навколишнього середовища / Є. Г. Пономаренко, Т. В. Дмитренко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. – 50 с.

Автори

канд. техн. наук, доц. Є. Г. Пономаренко,
канд. техн. наук, доц. Т. В. Дмитренко

Рецензент

Ю. Л. Коваленко, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної екології міст Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою інженерної екології міст, протокол № 2 від 28 серпня 2023 р.

© Є. Г. Пономаренко, Т. В. Дмитренко, 2024
© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ІНЖЕНЕРНІ АСПЕКТИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ.....	6
1.1 Системи централізованого водовідведення.....	6
1.1.1 Основні поняття. Типи міських стічних вод, джерела утворення.....	6
1.1.2 Каналізаційні споруди.....	7
1.1.3 Види систем каналізації.....	8
1.2 Регламентація відведення стічних вод підприємств у системі централізованого водовідведення.....	13
2 ТЕХНОЛОГІЇ РЕГУЛЮВАННЯ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ.....	17
2.1 Технології та методи очищення стічних вод населених пунктів.....	17
2.1.1 Методи механічного очищення.....	18
2.1.2 Методи біологічного чищення.....	20
2.2 Технології та методи очищення виробничих стічних вод.....	28
2.2.1 Механічне очищення виробничих стічних вод.....	28
2.2.2 Хімічне (реагентне) очищення.....	29
2.2.3 Фізико-хімічні методи очищення.....	30
3 ІНЖЕНЕРНІ АСПЕКТИ ВОДОПОСТАЧАННЯ.....	33
3.1 Централізоване та децентралізоване водопостачання.....	33
3.2 Вимоги до джерел питного водопостачання. Зони санітарної охорони джерел водопостачання.....	36
3.3 Використання води у комунальному господарстві.....	39
3.4 Використання води у промисловості.....	39
3.5 Інженерні заходи щодо раціонального використання води на промислових підприємствах.....	45
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	48

ВСТУП

Дисципліна «Технології охорони водних ресурсів» є нормативною дисципліною для спеціальності 183 – Технології захисту навколишнього середовища.

Метою вивчення навчальної дисципліни «Технології охорони водних ресурсів» є опанування студентами сучасних технологій щодо зниження антропогенного навантаження на водні об'єкти та розробка схем комплексного використання й охорони вод, оволодіння знаннями та практичними навичками з охорони, раціонального використання та відновлення водних ресурсів.

Вивчення цієї дисципліни ґрунтується на базових знаннях із таких дисциплін: «Природні процеси в геосфері», «Хімія», «Фізика», «Нормативна база природоохоронної діяльності», «Прикладна гідроекологія», «Моделювання систем та процесів техногенно-екологічної безпеки», «Управління водоохоронною діяльністю».

У результаті вивчення дисципліни здобувач повинен:

– використовувати комплексний підхід щодо вибору планування, проєктування та обчислення параметрів роботи окремих видів обладнання, техніки і технологій з охорони, раціонального використання та відновлення водних об'єктів;

– знати фізико-хімічні властивості поліутантів, параметри технологічних процесів виробництв, які негативно впливають на стан поверхневих водних об'єктів і підземних вод, та нормативні показники стану водних об'єктів.

Конспект лекцій складений відповідно до освітньої програми підготовки бакалаврів зі спеціальності 183 – Технології захисту навколишнього середовища.

Курс складається з трьох змістових модулів.

У змістовому модулі 1 Інженерні аспекти водовідведення розглядаються такі питання:

- міські системи водовідведення: склад, види, принципи роботи;
- типи стічних вод, що надходять до міських систем централізованого

водовідведення, їх кількісні і якісні характеристики;

- регламентація відведення стічних вод підприємств у системи централізованого водовідведення;

- визначення допустимих концентрацій речовин виробничих стічних вод.

У змістовому модулі 2 Технології регулювання джерел забруднення водних об'єктів розглядаються такі питання:

- технології очищення міських стічних вод;
- технології очищення виробничих стічних вод;
- технології, що використовуються для дифузних джерел забруднення;
- регулювання надходження міського поверхневого стоку;
- технології деевтрофування водних об'єктів.

У змістовому модулі 3 Інженерні аспекти водопостачання розглядаються такі питання:

- системи централізованого водопостачання: призначення, основні елементи;

- інженерне облаштування джерел централізованого водопостачання;

- водопідготовка;

- водопостачання промислових підприємств;

- прямоточні та оборотні схеми;

- інженерне облаштування джерел децентралізованого водопостачання.

1 ІНЖЕНЕРНІ АСПЕКТИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

1.1 Системи централізованого водовідведення

1.1.1 Основні поняття. Типи міських стічних вод, джерела утворення

Під системою централізованого водовідведення (або системою каналізації) міста розуміють комплекс інженерних споруд, призначених для відведення стічних вод, що утворюються в місті внаслідок життєдіяльності та господарської діяльності людей. Система водовідведення є галуззю житлово-комунального господарства, яка вирішує завдання щодо поліпшення санітарного стану міст та охорони довкілля.

До систем міської каналізації надходять стічні води трьох основних категорій, що розрізняються за джерелами та умовами утворення:

- побутові стічні води;
- виробничі стічні води;
- поверхневий сток, який складається з вод атмосферного походження (дощові та талі води) і поливомийних вод.

Побутові стічні води утворюються в житловому секторі, громадських будівлях і виробничих приміщеннях. Вони складаються з господарських та фекальних вод. Господарські води надходять від раковин, умивальників, ванн, кранів, а також із лазень, пралень, душових та миття підлог. Фекальні води надходять від вбиралень, забруднених фізіологічними відходами життєдіяльності людини. Побутові стічні води містять мінеральні та органічні забруднення. Основну масу забруднень складають органічні речовини рослинного та тваринного походження, що містять біогенні елементи – вуглець, азот, фосфор, сірку та ін. Ці стічні води також можуть бути небезпечними в епідеміологічному відношенні через забруднення бактеріями та іншими біологічними агентами. Мінеральна частина забруднень побутових стічних вод складається з інертних речовин – солей, кислот, лугів, часточок глини, піску, ґрунту. Вміст органічних і мінеральних забруднень у побутових стічних водах

поділяється приблизно пополам.

Побутові стічні води характеризуються відносною стабільністю складу і яскраво вираженою добовою і сезонною періодичністю кількості утворення.

Виробничі стічні води утворюються внаслідок технологічних процесів. Якість стічних вод визначаються видом промислового виробництва та вихідної сировини, режимами технологічних процесів. Більшість підприємств мають як мінеральні, так і органічні забруднення стічних вод у різних співвідношеннях. Концентрація стічних забруднень для різних підприємств, навіть однієї галузі виробництва, неоднакова. Вона коливається у досить широких межах.

Поверхневий сток, який спеціалісти з водовідведення називають атмосферними стічними водами, утворюється, насамперед, унаслідок випадіння опадів. До цієї категорії стічних вод відносять також талі води і близькі до них за складом води від поливання вулиць. В атмосферних водах спостерігається висока концентрація кварцового піску, глинистих частинок, сміття та нафтопродуктів, що змиваються з вулиць міста. Забруднення території промислових підприємств призводить до появи у зливових водах домішок, притаманних цьому виробництву. Відмінною особливістю зливого стоку є його епізодичність та різко виражена нерівномірність щодо витрати та концентрації забруднень.

1.1.2 Каналізаційні споруди

Усі каналізаційні споруди будь-якої системи та схеми каналізації за своїм призначенням поділяються на дві основні групи.

До першої групи відносять обладнання та споруди, призначені для прийому та транспортування стічних вод, а саме:

- внутрішні каналізаційні пристрої;
- зовнішня каналізаційна мережа;
- насосні станції та напірні каналізаційні водоводи.

До другої групи відносять:

- очисні станції, призначені для очищення, знешкодження, знезараження стічних вод та обробки осаду;
- випуски очищених вод у водойму.

Внутрішні каналізаційні пристрої в житлових та громадських будівлях складаються з приймачів (санітарних приладів – унітазів, раковин, умивальників тощо) та мережі – відвідних труб, стояків, випусків та дворової мережі. У виробничих приміщеннях приймачами стічних вод слугують лійки, трапи, відкриті та закриті лотки, які є у виробничих апаратах і машинах.

Зовнішньою каналізаційною мережею називають укладену з ухилами розгалужену підземну мережу труб і каналів, що відводить стічні води самопливом до насосної станції, очисних споруд або у водоймище. Залежно від призначення, місця укладання та розмірів, зовнішні каналізаційні мережі називають дворовою, внутрішньоквартальною, заводською, вуличною. Остання прокладена по вулицях і проїздах і приймає стічні води з дворових, внутрішньоквартальних та заводських мереж. Вона закінчується контрольним колодязем.

Частину каналізованої території, обмежену вододілами, називають басейном каналізації. Ділянку каналізаційної мережі, що збирає стічні води з двох або кількох вуличних мереж, називають колектором. Колектори прокладають з ухилом по зниженню місцевості, тальвегах річок і ярів, тобто лініях, що з'єднують найнижчі точки дна річкової долини, яру та інших ерозійних форм рельєфу. Великі колектори називають каналами.

При необхідності підйому стічних вод на вищі позначки, звідки вони потім можуть рухатися самопливом, влаштовують каналізаційні насосні станції.

1.1.3 Види систем каналізації

Розрізняють сплавну і вивізну системи каналізації. При сплавній стічні води доставляються на очисні споруди системою трубопроводів. При вивізній

системі каналізації відходи попередньо накопичуються у вигрібних ямах, і потім їх вивозять автотранспортом на міські очисні споруди.

Специфіка, властивості, склад та ступінь забруднення стічних вод визначають систему водовідведення, яка повинна відповідати вимогам економічності та екологічної безпеки. Відповідно до цих вимог застосовують певні системи водовідведення.

Загальносплавна система каналізації

Загальносплавна система каналізації (рис. 1.1) має єдину водовідвідну мережу та єдині очисні споруди з очищення усіх типів стічних вод. Якщо у виробничих стічних водах містяться речовини, які можуть призвести до руйнування інженерних споруд або порушення роботи очисних споруд, вони повинні пройти попереднє очищення на локальних очисних спорудах. У період інтенсивних злив витрата стічних вод сильно зростає. Водночас відбувається розведення стічних вод порівняно слабо забрудненим поверхневим стоком. У ці періоди можливе часткове скидання суміші стічних вод без очищення у водні об'єкти. Для скидання стічних вод у період інтенсивних злив влаштовують ливневипускні камери, що розташовуються в кінці колекторів басейнів або на головному колекторі, який зазвичай прокладають уздовж водного об'єкта.

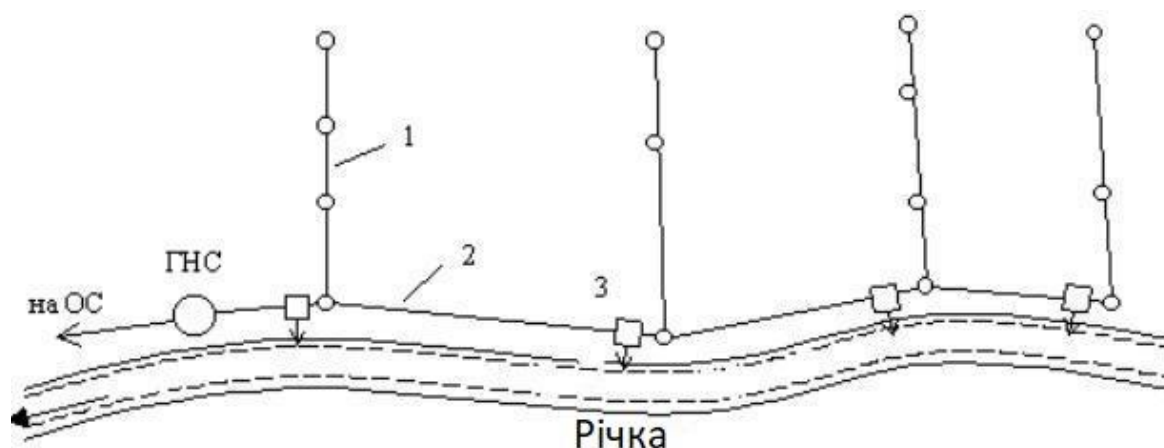


Рисунок 1.1 – Загальносплавна система каналізації:

1 – колектори; 2 – головний колектор; 3 – камери зливоспусків;

ГНС – головна насосна станція; ОС – очисні споруди

Зливовипуски влаштовують так, щоб унеможливити переповнення головного колектора під час сильного дощу. Конструкція та розміщення зливових випусків забезпечують включення в роботу, тобто скидання вод у річку, не раніше ніж через 30 хвилин після початку інтенсивної зливи. За цей час найбільш забруднена частина поверхневого стоку з міської території загальносплавним колектором надходить на міські очисні споруди, а менш забруднена частина при наповненні головного колектора безпосередньо в річку.

Роздільна система каналізації

Повна роздільна система каналізації (рис. 1.2) має кілька каналізаційних мереж, кожна з яких призначена для відведення стічних вод певного типу, а саме: тільки побутові води або побутові води разом із забрудненими виробничими (які допускаються до спуску в побутову каналізацію); дощові води тільки або разом із незабрудненими виробничими своєю мережею та інші забруднені виробничі води відводяться через самостійну мережу чи кількома мережами.

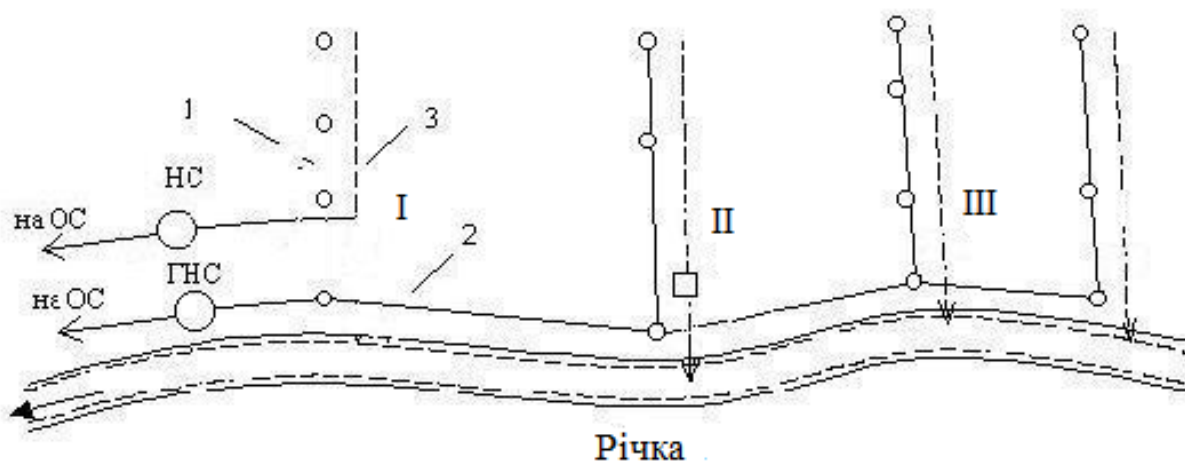


Рисунок 1.2 – Повна роздільна система каналізації:

- 1 – колектор виробничо-побутових стічних вод; 2 – головний колектор;
- 3 – колектор зливових вод; I – очищення зливових вод на централізованих очисних спорудах; II – очищення зливових вод на локальних очисних спорудах;
- III – скидання зливових вод без очищення

Повна роздільна система є відносно дорогою за будівельними витратами, оскільки вона включає дві або декілька автономних мереж. Однак ця система зручна в експлуатації та дозволяє більш ефективно здійснювати будівництво по чергах, що знижує початкові витрати. Вона найбільш повно відповідає сучасним вимогам. З погляду охорони водних об'єктів від забруднення роздільні системи за наявності у складі централізованих чи локальних очисних споруд є найефективнішими.

Неповна роздільна система каналізації відрізняється від повної відсутністю організованого трубопроводами відведення дощових вод. Дощові стоки відводяться відкритою мережею, тобто вуличними лотками, кюветами та канавами, ярами, струмками та малими річками, зазвичай безпосередньо до водних об'єктів. Застосування відкритих пристроїв допускається в районах одно-, двоповерхової забудови, сільських населених пунктах та на території паркових масивів. Відкриті пристрої не застосовують на територіях промислових підприємств, курортів, у місцях розташування громадських будівель, де застосування відкритого типу водовідведення неприйнятне з погляду вимог благоустрою незалежно від розмірів населеного пункту.

Напівроздільна система водовідведення (рис. 1.3) відрізняється від повної роздільної тим, що у її складі передбачається устрій загальносплавного головного колектора, який зазвичай розташовується вздовж водного об'єкта (водотоку, водоймища). За цим колектором стічні води всіх категорій – побутові, виробничі та поверхневий сток – надходять на очисні споруди.

Для зменшення діаметрів труб головного загальносплавного головного колектора та зниження необхідної потужності очисних споруд у точках прилягання до нього вуличних колекторів, призначених для відведення поверхневого стоку, влаштовують розділові камери. Призначення розділових камер полягає в тому, щоб скидати у водоймище під час сильних дощів надмірну частину стоку. Менш забруднена частина дощового стоку, що надходить протягом наступного періоду, через розподільчу камеру відводиться у водний об'єкт без очищення. При напівроздільній системі каналізації та

помірних дощах на очисні споруди потрапляють усі побутові та виробничі стічні води, весь талий та дощовий сток (приблизно 70 % річного поверхневого стоку).

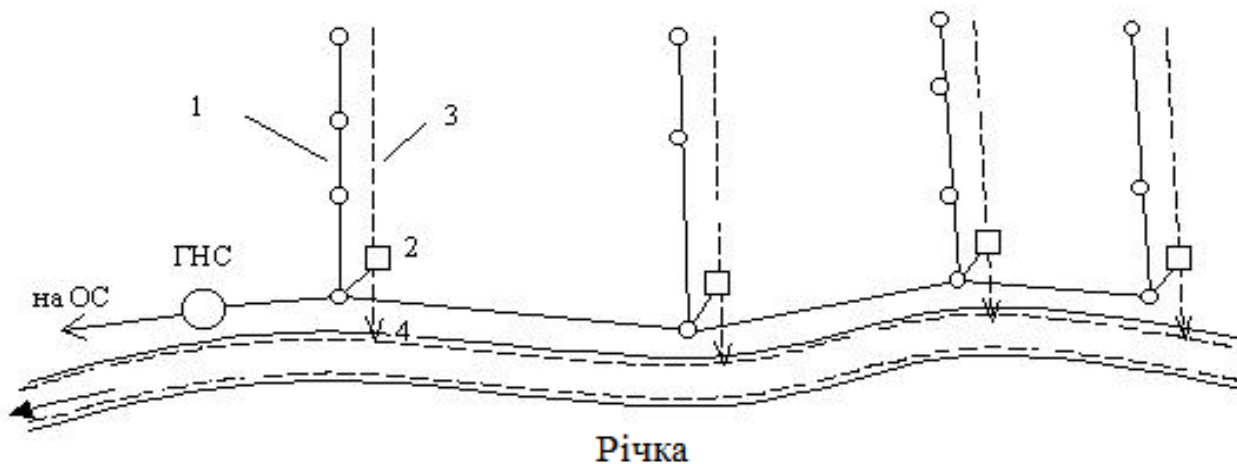


Рисунок 1.3 – Напівроздільна система каналізації:

- 1 – колектор виробничо-побутових стічних вод; 2 – розділова камера;
- 3 – колектор зливових вод; 4 – головний колектор

Системи каналізаційної мережі промислових підприємств

Систему водовідведення промислового підприємства обирають залежно від кількості та складу виробничих стічних вод, можливості повторного використання виробничих стічних вод, оборотного чи послідовного водопостачання, можливості поєднання із системою водовідведення населеного пункту, вимог до спуску виробничих стічних вод у водоймища.

Системи водовідведення промислових підприємств аналогічні до схем каналізаційної мережі населених пунктів. Каналізація промислових підприємств зазвичай здійснюється за повною роздільною або напівроздільною системою, що передбачає мережі побутової, виробничої (забруднених вод), дощової та виробничо-дощової (незабруднених виробничих вод) каналізації, а також спеціальні виробничі мережі для відведення кислих, лужних, шламових

та інших стічних вод. У системі дощової каналізації передбачають можливість відведення найбільш забрудненої частини дощових та талих вод на очищення.

Схеми каналізації міст та промислових комплексів можуть бути централізованими, децентралізованими та районними (регіональними).

При централізованій схемі стічні води всіх басейнів каналізації надсилають на єдину для міста очисну станцію, розташовану нижче міста, за течією річки (Київ, Париж).

Децентралізовані схеми каналізаційної мережі застосовують при каналізації великих міст в умовах як сильно перетнутого, так і дуже плоского рельєфу місцевості. У цьому випадку влаштовують районну каналізацію із самостійними очисними спорудами (Берлін, Лондон, Токіо, Нью-Йорк). Її доцільно застосовувати під час реконструкції та розширення каналізації у великих містах (з населенням понад 100 тис. осіб), окремі райони яких розрізняються характером забудови, ступенем благоустрою, рельєфом та іншими місцевими умовами (Одеса, Рига). У зарубіжних країнах вони становлять третину всіх систем.

1.2 Регламентація відведення стічних вод підприємств у системі централізованого водовідведення

Відведення стічних вод підприємств до міських каналізаційних мереж в Україні регламентується Правилами приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення № 316 від 01.12.2017.

Умови відведення стічних вод до каналізаційних мереж міста

Приймання стічних вод до системи централізованого водовідведення чи безпосередньо на каналізаційні очисні споруди здійснюється винятково за договором між Споживачем, під яким розуміють підприємство, що скидає стічні води, і виробником, тобто організацією, що надає послуги з

водовідведення і очищення стічних вод. Зазвичай організація – Виробник має назву «Водоканал» із визначенням назви населеного пункту, наприклад Харківводоканал. Виробник і Споживач повинні дотримуватися місцевих правил прийому, які розробляються Виробником і затверджуються місцевими органами самоврядування. На підставі вимог цих правил водоканали встановлюють вимоги до скиду стічних вод у системі централізованого водовідведення для кожного конкретного підприємства. Кожне підприємство повинно скидати стічні води в систему централізованого водовідведення через окремий випуск. Випуски обов'язково облаштовуються контрольними колодязями, які розміщуються в місцях, погоджених із водоканалом, і мають бути доступними для представників водоканалу. Дозволяється об'єднання випусків стічних вод кількох підприємств перед безпосереднім скиданням до каналізації, але тільки після контрольних колодязів. До обов'язків водоканалів входить контроль кількості, якості й режиму скидання стічних вод підприємствами, у тому числі здійснення раптового, не узгодженого заздалегідь із підприємством відбору проб. Підприємство зобов'язане надати не менше двох своїх представників при відборі проб водоканалом.

Відведення стічних вод до систем централізованого водовідведення здійснюється підприємствами на оплатній основі. Періодичність оплати встановлюється водоканалом. Він же розраховує суму оплати, використовуючи «Порядок визначення розміру плати, що справляється за понаднормативні скиди стічних вод до систем централізованого водовідведення» (№ 316 від 01.12.2017).

Склад і властивості стічних вод мають задовольняти загальні вимоги, викладені в розділі 3 [9].

Допустимі концентрації забруднюючих речовин у стічних водах

Допустимі концентрації забруднюючих речовин у стічних водах (далі – ДК) встановлюються водоканалом для кожної речовини, що надходить до

каналізаційних мереж зі стічними водами. Підприємство зобов'язане перевіряти розрахунки ДК забруднюючих речовин у стічних водах, виконаних водоканалом, та в разі незгоди звертатися за переглядом.

ДК визначається як найменша з таких чотирьох величин:

– ДК забруднюючих речовин у каналізаційній мережі (на випуску підприємства) – ДК₁, покликані забезпечити цілісність та збереження каналізаційних мереж;

– ДК забруднюючої речовини в спорудах біологічного очищення (на вході в ці споруди) – ДК^{bo}, покликані забезпечити працездатність споруд біологічного очищення стічних вод.

– ДК, що відповідають величинам лімітів на скидання забруднюючих речовин водоканалом у водні об'єкти, які встановлені у дозволі на спецводокористування – ДК^{z1};

– ДК вмісту важких металів в осадах стічних вод, які використовуватимуться як органічні добрива – ДК_{wm}.

Величина ДК_{wm} розраховується тільки при наявності рішення місцевих органів самоврядування на таке використання та дозволу органів Держсаннагляду.

Інші величини визначаються або розраховуються так.

ДК₁ приймають рівними ДК, визначеними місцевими правилами прийому. За наявності у стічних водах підприємства речовин, для яких відсутні ДК, визначені місцевими правилами прийому, ДК₁ для них визначається за додатком 4 до [9]. Не повинні скидатись речовини, перелічені у додатку 2 до [9].

ДК^{bo} для j-ї речовини розраховується за формулою

$$ДК_j^{bo} = \frac{(C_j - C_j^{gp}) \cdot Q}{\sum_{i=1}^n Q_i} + C_j^{gp}, \quad (1.1)$$

де C_j – гранично допустима концентрація забруднюючої речовини в споруді біологічного очищення, г/м³;

C_j^{gp} – концентрація забруднюючої речовини у побутових стічних водах, г/м³;

Q – середньодобова витрата стічних вод на вході до споруд біологічного очищення, м³/добу;

Q_i – витрата стічних вод підприємства, які містять j -у забруднюючу речовину і скидаються до тої самої каналізаційної мережі, м³/добу.

DK^{zl} для j -ї речовини розраховується за формулою

$$DK_j^{zl} = \frac{(L_{zag} - L_{gp}) \cdot 10^6}{365 \cdot (1 - K_j) \cdot \sum_{i=1}^n Q_i}, \quad (1.2)$$

де L_{zag} – загальний ліміт скидання забруднюючої речовини у водний об'єкт, т/рік;

L_{gp} – частина ліміту, яка припадає на побутовий сток населеного пункту, т/рік;

K_j – коефіцієнт ефективності видалення цього забруднення на міських очисних спорудах;

$$L_{gp} = \frac{365 \cdot C_j^{gp} \cdot Q_{gp} \cdot (1 - K_j)}{10^6}, \quad (1.3)$$

де Q_{gp} – витрата побутових стічних вод на вході на біологічних очисних споруд, м³/добу.

2 ТЕХНОЛОГІЇ РЕГУЛЮВАННЯ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

2.1 Технології та методи очищення стічних вод населених пунктів

Для обробки стічних вод населених пунктів застосовують механічне та біологічне очищення. Очищену стічну рідину перед спуском у водойму дезінфікують для знищення хвороботворних бактерій. У процесі очищення стічних вод утворюються осади, які зазнають знешкодження, знезараження, зневоднення, сушіння. Можлива подальша утилізація осадів.

Якщо за умовами скидання стічних вод у водойму потрібно досягти вищого ступеня очищення, після споруд повного біологічного очищення стічних вод влаштовують споруди глибокого очищення (доочищення).

У результаті механічного очищення зі стічної рідини видаляються нерозчинені і, частково, колоїдні забруднення. Нерозчиненими вважаються домішки, що містяться у воді у вигляді великих завислих частинок (частинки з діаметром більше десятих часток міліметра) й у вигляді суспензії, емульсії та піни (частинки з діаметром від десятих часток міліметра до 0,1 мкм). Колоїдними вважають частинки з діаметром від 0,1 до 0,001 мкм.

Біологічні методи очищення ґрунтуються на окисленні органічних речовин мікроорганізмами. Розрізняють біологічне очищення стічних вод у штучно створених умовах (біологічні фільтри та аеротенки) та в умовах, близьких до природних (поля фільтрації, біологічні ставки, біоплато).

За необхідності стічні води доочищують.

Дезінфекція стічних вод є завершальним етапом їх обробки перед скиданням у водойму. Мета дезінфекції – знищення патогенних мікроорганізмів, які є у стічній воді.

Обробка осадів стічних вод полягає у зниженні їх вологості, зменшенні обсягу та знезараженні.

2.1.1 Методи механічного очищення

До механічного очищення відносять способи, у яких видаляються нерозчинені речовини. Основними пристроями механічного очищення є такі:

- ґрати та сита;
- піскоуловлювачі;
- відстійники.

Ґрати є першим елементом усіх технологічних схем очищення стічних вод. Ґрати видаляють великорозмірне (понад 1 см) сміття, що є відходами господарсько-побутової та виробничої діяльності (залишки їжі, пакувальні матеріали, папір, ганчір'я, санітарно-гігієнічні, полімерні та волокнисті матеріали).

Ефективне видалення великорозмірних забруднень зі стічних вод при їх проходженні через ґрати дозволяє забезпечити нормальну експлуатацію певних пристроїв.

У більшості конструкцій ґрати виконують із розташованих паралельно один до одного сталевих стрижнів із різним перерізом, закріплених у рамі для забезпечення їхньої жорсткості.

Проміжки між стрижнями називають прозорами. Прути, що становлять ґрати, повинні мати такий поперечний переріз, щоб можна було легко очищувати ґрати, тому прозори повинні розширюватися до виходу води.

Розмір ґрат визначається за умови забезпечення у прозорах швидкості руху стічної води 0,8–1,0 м/с при максимальному припливі на очисні споруди. При швидкості більше ніж 1,0 м/с забруднення продавлюються через ґрати. При швидкості менше ніж 0,8 м/с перед решіткою починають випадати в осад великі фракції піску і виникає необхідність їх видалення.

Забруднення, що затримуються на стрижнях при проціджуванні стічної води, знімають механічними граблями, які можуть бути розташовані перед або після стрижнів. Для зручності знімання забруднень решітки зазвичай встановлюють під кутом до горизонту 60–70°.

Піскоуловлювачі призначені для виділення зі стічних вод нерозчинених мінеральних домішок (піску, шлаку, бою скла тощо). Виділення піску у них відбувається під впливом сили тяжіння. У складі очисних споруд піскоуловлювачі розміщуються за ґратами, перед відстійниками.

У разі одночасного виділенні у відстійниках мінеральних та органічних домішок виникають значні труднощі при видаленні осаду з відстійників та подальшому його зброджуванні. Піскоуловлювачі проєктуються так, щоб у них випадали пісок та інші важкі мінеральні частинки, але не випадав осад органічного походження.

Піскоуловлювачі поділяються на горизонтальні, вертикальні (з рухом води знизу вгору) і з обертальним рухом рідини – тангенціальні та аеровані. Час перебування води в піскоуловлювачі приймають рівним двом-трьом хвилинам.

Пісок, затриманий у піскоуловлювачах, у вигляді піщаної пульпи подають на спеціально влаштовані піскові майданчики – земельні ділянки, розділені на карти валиками, що обгороджують, 1–2 м заввишки. Профільтровану воду збирають дренажною системою і скеровують у резервуар, звідки перекачують у канал перед піскоуловлювачами.

Пісок, зневоднений на піскових майданчиках, містить багато органічних речовин і здатний загнивати. Пісок очищують від органічних забруднень та зневоднюють. Після такої обробки пісок можна використовувати для підсіпки та планування території або як будівельний матеріал.

Первинні відстійники розташовуються в технологічній схемі очищення стічних вод безпосередньо за піскоуловлювачами. Вони слугують для затримання нерозчинених органічних забруднень, що містяться у стічній рідині. Ці забруднення випадають на дно відстійників чи спливають на поверхню рідини внаслідок малої швидкості її протікання. При цьому досягається ефект освітлення 40–60 %, що призводить до зниження величини БСК в освітленій стічній воді на 20–40 %.

Відстійники застосовують як споруди попереднього очищення стічних вод перед спорудами біологічного очищення. Якщо за санітарними умовами

достатньо лише механічного очищення стічних вод, то освітлені у відстійнику води після дезінфекції скидають у водойму.

Залишкова концентрація завислих речовин в освітленій стічній воді після первинних відстійників не повинна перевищувати 100–150 мг/л.

За напрямом руху рідини у споруді відстійники поділяють на два основні типи – горизонтальні та вертикальні. Для очищення стічних вод широко використовують також радіальні відстійники, які є різновидом горизонтальних.

Осади, що випадають у відстійниках, складаються переважно із завислих речовин органічного походження і тому підлягають подальшій обробці.

2.1.2 Методи біологічного очищення

Основний процес, що відбувається при біологічному очищенні стічних вод – це біологічна трансформація. Процес здійснюється спільнотою мікроорганізмів (біоценозом), що складається з безлічі різних бактерій, найпростіших водоростей, грибів та ін., з'єднаних в єдиний комплекс складними відношеннями (метабіозу, симбіозу та антагонізму). Головна роль у цій спільноті належить бактеріям.

Очищення стічних вод біологічними методами проводять в аеробних (тобто в присутності розчиненого у воді кисню) і в анаеробних (без розчиненого у воді кисню) умовах.

Аеробні процеси біохімічного очищення можуть відбуватися в природних умовах та штучних спорудах. У природних умовах очищення відбувається на полях зрошення, фільтрації та біологічних ставках.

Штучними спорудами є аеротенки та біофільтри різної конструкції. У штучних спорудах процеси очищення відбуваються з більшою швидкістю, ніж у природних умовах.

При анаеробному процесі основною спорудою є метантенки.

Поля зрошення та поля фільтрації. Поля зрошення – це спеціально підготовлені земельні ділянки, які використовуються одночасно для очищення стічних вод та агрокультурних цілей. Очищення стічних вод в цих умовах відбувається під впливом ґрунтової мікрофлори, сонця, повітря. Кисень, що потрапляє з повітря в пори, окислює органічні речовини, перетворюючи їх на мінеральні сполуки. У глибокі шари ґрунту проникнення кисню утруднене, тому найбільш інтенсивне окиснення відбувається у верхніх шарах ґрунту (0,2–0,4 м).

Поля зрошення краще влаштовувати на піщаних, суглинистих та чорноземних ґрунтах. Ґрунтові води мають бути не вище 1,25 м від поверхні. Якщо ґрунтові води залягають вище цього рівня, необхідно влаштовувати дренаж. У процесі біологічного очищення стічні води проходять через шар ґрунту, що фільтрує, у якому затримуються завислі й колоїдні частинки, утворюючи в порах ґрунту мікробіальну плівку. Потім плівка, що утворилася, адсорбує колоїдні частинки й розчинені в стічних водах речовини. Ступінь очищення стічних вод на полях зрошення та полях фільтрації значно знижується взимку через уповільнення і навіть припинення біологічних процесів при низьких температурах. У цей період поля всіх видів працюють переважно як накопичувачі, затримуючи в ґрунті стічні води та речовини, що містяться в них, шляхом поверхневого наморожування.

Якщо сільськогосподарські культури не вирощуються, то такі очисні споруди називаються полями фільтрації. Частину території землеробського поля зрошення відводять під резервне поле фільтрації, оскільки в деякі періоди року не допускається випуск стічної води на поля зрошення. У зимовий час стічні води направляють лише на резервні поля фільтрації.

Поля фільтрації складаються з ділянок (карт) із майже горизонтальною поверхнею площі 0,5–2 га, обгороджених валами заввишки 0,8–1 м. Стічні води, очищені від домішок, яєць гельмінтів і жиру подаються на карту шаром

20–30 см (взимку наморожуються до 75 см) відкритими каналами через водовипуски й потім просочуються через ґрунт.

Кисень, що витрачається в процесі мінералізації органічних речовин, поповнюється здебільшого з повітря. Природний обмін останнього в товщі зрошуваного ґрунту забезпечується при періодичному випуску на нього стічних вод. Для полів фільтрації міжполивний період коливається в межах від 5 до 10 днів; для полів зрошення він встановлюється відповідно до режиму поливу культур, що вирощуються.

Заборонено поливати стічними водами (після їхнього механічного очищення) овочі, що вживаються в їжу в сирому вигляді, тому на полях зрошення обробляються головним чином трави, кормові культури та картопля.

Біологічні ставки (біоставки) – це штучно створені водоймища для біологічного очищення стічних вод, заснованого на процесах, які відбуваються при самоочищенні водойм.

За відсутності добре фільтруючих ґрунтів для влаштування полів фільтрації або полів зрошення ставки можуть бути використані як самостійні споруди для очищення стічних вод, а також для їх очищення в поєднанні з іншими очисними спорудами.

Біоставки є каскадом, що складається з 3–5 ступенів, через які з невеликою швидкістю протікає освітлена або біологічно очищена стічна вода.

Розрізняють ставки з природною чи штучною аерацією. Ставки з природною аерацією мають невелику глибину (0,5–1 м), добре прогріваються сонцем та заселені водними організмами. Час перебування води у ставках із природною аерацією становить від 7 до 60 діб.

Ставки зі штучною аерацією мають значно менший обсяг, і необхідний ступінь очищення в них, зазвичай, досягається за 1–3 доби. Аеруючі пристрої можуть бути механічного та пневматичного типу.

Температура має бути не менше 6 °С. У зимовий час ставки не працюють, їх зазвичай випорожнюють і можуть використовувати як накопичувачі. Один раз на 2-3 роки рекомендується проводити переорання дна і посадку

рослинності.

При влаштуванні біологічних ставків повніше використовуються земельні ділянки, ніж при спорудженні полів зрошення або полів фільтрації. Крім того, ставки можуть бути влаштовані на таких ґрунтах, які непридатні для полів. Біологічні ставки мають невелику вартість будівництва і невисокі експлуатаційні витрати. Водночас вони відрізняються низькою окислювальною здатністю, сезонністю роботи, великою площею, некерованістю, наявністю застійних зон, труднощами очищення.

Біоплато. Технологія ґрунтується на здатності макрофітів видаляти з води забруднюючі речовини. Біоплато з вищою водною рослинністю (далі – ВВР) відрізняються значною окислювальною здатністю завдяки створенню біоплівки гідробіонтів (перифітону) на поверхні інертного субстрату та зануреній частині кореневищ і стебел ВВР, які перебувають у стані симбіотичної взаємодії. Частина біоценозу мікроорганізмів перебуває в завислому стані у вигляді пластівців, а також утворює пласт природних відкладень – бентос, у якому проходить активний процес анаеробного розкладання органічних забруднень.

Біологічне очищення в штучних умовах

Біологічне очищення в штучних умовах здійснюється з використанням штучно культивованих мікроорганізмів. Мікроорганізми культивують як в аеробних, так і в анаеробних умовах.

Методи біоокислення в штучних умовах здійснюються у двох основних модифікаціях – із мікроорганізмами, прикріпленими до матеріалу або з такими, що вільно плавають в оброблюваній воді. Перший спосіб реалізується в спорудах, що називаються біологічними фільтрами, або біофільтрами, а другий – в аеротенках.

Біофільтр – споруда, у якій стічна вода фільтрується через завантажувальний матеріал, вкритий біологічною плівкою, утвореною колоніями мікроорганізмів. Дія біофільтрів заснована на здатності бактерій

прикріплюватися до твердого середовища та розвиватися на ньому. Біоплівка росте на наповнювачі біофільтра і зовні має вигляд слизових обростань. Товщина біоплівки біофільтрів (так званого бактеріального газону) залежить від складу стічних вод і становить 1–3 мм і більше (при очищенні побутових стоків товщина плівки дорівнює 0,5–1,0 мм), забарвлення її змінюється у зв'язку зі зміною складу стічних вод від сірувато-жовтого до темно-коричневого. Біоплівка складається з бактерій, грибів, дріжджів та інших організмів.

Біофільтр становить прямокутний або круглий резервуар з цегли чи бетону, завантажений масою, що фільтрує.

Біофільтр складається з таких основних частин:

- ємності відповідних розмірів, влаштованої із цегли чи залізобетону;
- фільтруючого завантаження;
- розподільного пристрою, що забезпечує рівномірне (з невеликими інтервалами) зрошення поверхні завантаження, що фільтрує;
- днища з дренажем, за допомогою якого відводиться очищена вода і через який надходить у тіло біофільтра необхідне для окисного процесу повітря.

Матеріал завантаження, що фільтрує, повинен бути досить поруватим (поруватість сприяє хорошій вентиляції фільтра), міцним і стійким проти руйнування від механічних і хімічних впливів. Розмір матеріалу повинен забезпечувати його хорошу та тривалу фільтраційну здатність, а також найкращі умови для швидкого утворення мікробіальної плівки.

За типом завантажувального матеріалу біофільтри поділяються на дві категорії: з об'ємним (зернистим) і плоским завантаженням. Як зернисте завантаження, використовують щебінь, гравій, гальку, шлак, керамзит, керамічні та пластмасові кільця, куби, кулі, циліндри тощо. Плоске завантаження – це металеві, тканинні та пластмасові сітки, ґрати, блоки, гофровані листи, плівки тощо, зазвичай згорнуті в рулони. Процеси окислення, що відбуваються в біофільтрі, аналогічні процесам, що відбуваються на полях

зрошення та полях фільтрації. Однак у біофільтрі ці процеси відбуваються значно інтенсивніше.

Відпрацьована й змертва плівка змивається стічною водою, що протікає, і виноситься з тіла біофільтра. Необхідний для біохімічного процесу кисень повітря надходить у товщу завантаження шляхом природної та штучної вентиляції фільтра. Природна вентиляція у біофільтрах відбувається внаслідок різниці температур зовнішнього повітря та тіла біофільтра. Температура всередині біофільтра не повинна бути нижчою за 6 °С, інакше окислювальний процес практично припиниться. Надійна робота біофільтра може бути досягнута лише при рівномірному зрошенні водою його поверхні.

Біофільтри можуть бути занурюваними (дисковими). Вони становлять резервуар, у якому є вал, що обертається, з насадженими на нього дисками, які поперемінно контактують зі стічною водою і повітрям.

Особливістю біофільтрів є те, що після запуску в експлуатацію регулювати їх роботу можна тільки шляхом змінювання кількості стічної води, що подається.

Аеротенки. Інший варіант метаболізму в аеробних умовах полягає у створенні в резервуарі зі стічною водою завислого шару пластівців мулу, що називається активним мулом, через який протікає стічна вода. Повітря, яке вводиться за допомогою пневматичних або механічних аераторів – аераційної системи, перемішує стічні води, що обробляються, з активним мулом і насичує її киснем, необхідним для життєдіяльності бактерій. При цьому бактерії поглинають органіку зі стічної води.

Аеротенки використовуються в надзвичайно широкому діапазоні витрат стічних вод – від кількох сотень до мільйонів кубічних метрів на добу.

За структурою потоку аеротенки поділяються на аеротенки-витискувачі, аеротенки-змішувачі та аеротенки з розосередженим впуском стічної рідини (проміжного типу).

В аеротенках-змішувачах воду та мул вводять рівномірно вздовж довгих стін коридору аеротенку. Повне змішування в них стічної води з муловою

сумішшю забезпечує вирівнювання концентрації мулу та швидкостей процесу біохімічного окиснення.

В аеротенках-витискувачах воду та мул подають на початок споруди, а суміш відводять на його кінці. Режим витіснення спостерігається при співвідношенні довжини й ширини аеротенки як 30 : 1 і більше або при створенні в аеротенку 6–8-ми окремих секцій (осередків). Аеротенки-витискувачі дозволяють запобігти проскакуванню неочищеної води, не спричиняють «спухання» мулу, але створюють складнощі для забезпечення процесу розчиненням киснем на початкових ділянках споруди.

В аеротенках із розосередженою подачею стічної води вода підводиться в кількох точках по довжині аеротенка, а відводиться зосереджено в його торцевій частині; зворотний мул подається зосереджено на початок аеротенка. Такі споруди використовуються для очищення сумішей промислових та міських стічних вод.

Для забезпечення сталого перебігу процесу біологічного окислення в аеротенок необхідно безперервно подавати повітря. При аерації має бути забезпечена велика поверхня контакту між повітрям, стічною водою та мулом, що є необхідною умовою ефективного очищення. Система аерації є комплексом споруд та спеціального обладнання, що забезпечує постачання рідини киснем, підтримання мулу у виваженому стані та постійне перемішування стічної води з мулом. Для більшості типів аеротенків система аерації забезпечує одночасне виконання цих функцій. За способом диспергування повітря у воді на практиці застосовуються три системи аерації: пневматична, механічна і комбінована.

Робота аеротенка пов'язана зі сталою роботою **вторинного відстійника**, з якого зворотний активний мул безперервно перекачується в аеротенок. Вторинні відстійники слугують для затримання активного мулу, що надходить разом з очищеною водою з аеротенків, або затримання біологічної плівки, що надходить з водою з біофільтрів. Вторинні відстійники можуть бути вертикальними, горизонтальними та радіальними.

Активний мул, що осаджується у вторинних відстійниках, має високу вологість (99,2–99,5 %). Основна частина цього мулу надходить на регенерацію і знову подається в аеротенки; цей мул називають рециркуляційним. Оскільки в результаті діяльності мікроорганізмів маса активного мулу безперервно збільшується, то утворюється так званий надлишковий активний мул, який відокремлюється від рециркуляційного та спрямовується на подальше перероблення (у метантенки, на зневоднювальні установки, а також для використання в сільському господарстві).

Метантенк – пристрій для анаеробного бродіння рідких органічних відходів з одержанням метану. Метантенк є важливим елементом очисних споруд. На відміну від аеротенків, у них надходить, як правило, не сама стічна рідина, а концентрований осад, що випадає у відстійниках.

Спрямовувати в метантенки величезну масу надмірної активного мулу з високою вологістю нерентабельно, тому його попередньо ущільнюють. Споруди, що для цього застосовують, називаються мулоущільнювачами. Влаштування мулоущільнювачів на сучасних станціях аерації є обов'язковим.

У метантенках органічні залишки перетворюються на мінеральну форму без доступу кисню. Конструктивно метантенка є циліндричним або, зрідка, прямокутним резервуаром, який може бути повністю або частково заглиблений у землю. Для пришвидшення процесу бродіння метантенк підігрівають і перемішують його вміст.

Знезараження стічних вод. Очищення стічних вод в аеротенках або на біофільтрах забезпечує зменшення загального вмісту бактерій на 90–95 %. Але перед скиданням до водного об'єкта стічні води додатково знезаражуються одним із таких методів:

- хлорування водним розчином газоподібного хлору чи гіпохлоритом натрію;
- ультрафіолетове опромінювання стічних вод;
- озонування.

2.2 Технології та методи очищення виробничих стічних вод

Методи очищення виробничих стічних вод мають багато спільного з методами очищення стічних вод населених пунктів. Але, оскільки склад таких вод може суттєво відрізнятися від складу стічних вод, що надходять до міських очисних споруд, на локальних очисних спорудах підприємств використовують більше методів очищення. У цьому розділі будуть розглянуті ті методи, які є специфічними саме для очищення виробничих стічних вод.

2.2.1 Механічне очищення виробничих стічних вод

Механічне очищення проводиться для видалення з виробничих стічних вод нерозчинених домішок. На першому етапі великорозмірні домішки видаляються за допомогою ґрат або сіток. Після цього стічні води подаються на відстоювання. Принципово конструкція цих блоків очисних споруд не відрізняється від аналогічних блоків міських очисних споруд. Але для виробничих стічних вод можуть застосовуватися додаткові методи інтенсифікації процесу осадження завислих часток, пов'язані з використанням коагулянтів. Одночасно із введенням коагулянтів можуть застосовуватися високомолекулярні флокулянти.

Для виділення з виробничих стічних вод спливаючих домішок застосовують відстійники спеціального призначення: нафтовловлювачі, жировловлювачі, смоловловлювачі тощо.

Для очищення стічних вод, що містять грубодисперговані нафту і нафтопродукти при концентрації їх у стічній воді більше ніж 100 мг/л, застосовують нафтовловлювачі. Вони є прямокутними, витягнутими в довжину резервуарами, у яких внаслідок різниці щільності нафти й води відбувається їх поділ. Нафта спливає на поверхню, а мінеральні домішки, що містяться в стічній воді, осідають на дно нафтовловлювача.

Стічні води, що містять жири та олії (стічні води їдалень, фабрик-кухонь,

м'ясокомбінатів, маслозаводів, фабрик первинної обробки вовни тощо) у кількості більше ніж 100 мг/л, пропускають через жироловлювачі. Для підвищення ефективності жироловлювання застосовуються аеровані жироловлювачі.

Смоли та різні смолоутворювачі містяться у стічних водах багатьох виробництв (заводів синтетичного каучуку, синтетичного спирту, коксохімічних заводів тощо). Смоли є сировиною для отримання низки дуже цінних продуктів, що обумовлює необхідність їх уловлювання. Смоли поділяють на грубодисперговані (спливаючі та тонучі частинки) і тонкодисперговані (емульговані частинки). Перші виділяються шляхом простого відстоювання, другі – при відстоюванні з коагулюванням та подальшим фільтруванням.

Фільтрування стічних вод застосовується для виділення з них тонкодиспергованих речовин (масел, смол, волокон, пилу тощо), видалити які шляхом відстоювання не вдається, та при доочищенні стічних вод після біологічного або інших способів обробки. Як фільтрувальний матеріал, можуть бути використані кварцовий пісок, дроблений гравій, коксовий дріб'язок, а також всі види твердого палива, що газифікується (буре вугілля, торф, деревина, горілі породи).

2.2.2 Хімічне (реагентне) очищення

Хімічне очищення здійснюється з використанням реагентів. Здебільшого застосовуються:

- окисники: хлор, перманганат калію, озон;
- підлужові речовини: вапно, гідроксид натрію, сода;
- підкислювальні речовини: сірчана та соляна кислоти.

У деяких випадках хімічна обробка потрібна як попередня перед наступним біологічним очищенням цих стічних вод.

Хімічне видалення речовин, що забруднюють стічні води, застосовується

в тих випадках, коли ці речовини недоцільно або не можна витягти чи зруйнувати іншими способами, зокрема шляхом біохімічного окислення. До таких речовин належать ціаністі сполуки, що забруднюють стічні води багатьох виробництв, наприклад стічні води фабрик збагачення свинцево-цинкових та мідних руд, цехів гальванічних покриттів машинобудівних заводів тощо.

Озонування. Озон є сильним окислювачем і має здатність руйнувати у водних розчинах при нормальній температурі багато органічних речовин і домішок. Порівняно з іншими окислювачами, наприклад хлором, озон має низку переваг. Він не спричиняє збільшення сольового складу стічних вод, що очищаються, не забруднює воду продуктами реакції, сам процес легко піддається повній автоматизації.

У процесі обробки стічних вод озон, що подається в камеру реакції у вигляді озоно-кисневої або озоно-повітряної суміші, вступає в хімічні реакції з речовинами, що забруднюють стічні води.

Нейтралізація. Виробничі стічні води багатьох галузей промисловості містять кислоти та луги. Для попередження корозії матеріалів каналізаційних споруд та порушення біохімічних процесів, що відбуваються в очисних спорудах та у водоймищах, такі води піддаються нейтралізації. Нейтралізація нерідко проводиться також з метою осадження зі стічних вод солей важких металів. У всіх випадках враховують можливість взаємної нейтралізації кислот та лугів, що скидаються зі стічними водами, а також лужний резерв побутових стічних вод та нейтралізуючу здатність води водойм.

2.2.3 Фізико-хімічні методи очищення

Коагуляція. Для пришвидшення процесу осадження тонкодисперсних домішок, а також емульгованих смол проводять їх коагулювання. При цьому зменшуються концентрація завислих речовин, запах та кольоровість. Як

коагулянти, зазвичай використовують сульфат алюмінію, алюмінат натрію, сульфат заліза, хлорид заліза, вапно тощо.

Флокуляція. Для інтенсифікації процесів коагуляції та осадження завислих часток широко використовуються органічні природні та синтетичні реагенти – високомолекулярні флокулянти.

Екстракційні способи очищення. Для виділення з виробничих стічних вод розчинених у них органічних речовин, наприклад фенолів і жирних кислот, можна використовувати здатність цих речовин розчинятися в будь-якій іншій рідині, не розчинній у воді, що очищається. Якщо таку рідину додавати до стічної води, що очищується, і перемішувати, то забруднюючі речовини будуть розчинятися в доданій рідині, а концентрація їх у стічній воді буде зменшуватися.

Цей спосіб видалення розчинених речовин зі стічних вод називають рідинною екстракцією. Видалені при цьому розчинені речовини називають речовинами, що екстрагуються, а рідину, що додається, але не змішується зі стічними водами, – екстрагентом.

Як екстрагенти застосовуються бутилацетат, ізобутилацетат, диізопропіловий ефір, бензол тощо. До стічної води додають екстрагент і перемішують до встановлення рівноважного розподілу домішки між обома розчинниками. При подальшому відстоюванні суміш через різницю щільностей поділяється на два шари, які можуть бути відокремлені один від одного механічним шляхом.

Сорбційні способи очищення. Сорбція є одним з універсальних способів глибокого очищення від розчинених органічних речовин стічних вод таких виробництв, як коксохімічні, сульфат-целюлозні, хлорорганічні, синтезу напівпродуктів, барвників тощо. Застосовуються три типи сорбції:

– адсорбція – поглинання речовини поверхнею зазвичай твердого поглинача (наприклад, активованого вугілля). Апарати, де відбувається адсорбція, називаються адсорберами;

– абсорбція – поглинання, що супроводжується дифузією поглиненої речовини вглиб сорбенту з утворенням розчинів. Зазвичай поглиначем при абсорбції є рідина. Апарати, у яких відбувається цей процес, називаються абсорберами, або скруберами;

– хемосорбція – адсорбція, що супроводжується хімічною взаємодією речовини, які поглинається, із сорбентом. Процес здійснюється зазвичай у вежах, заповнених поруватою насадкою, через яку фільтрується стічна вода, що очищується.

Як сорбент, застосовують різні штучні та природні поруваті матеріали: активоване вугілля, золу, коксовий дріб'язок, силікатогелі, алюмогелі, активні глини та землі.

Флотація. Флотація застосовується для видалення зі стічних вод нафтопродуктів, жирів, поверхнево-активних речовин, волокон мінеральної вати, азбесту, вовни та інших нерозчинних у воді речовин із розвиненою поверхнею, які мало відрізняються від води за густиною. Флотаційне очищення стічних вод зазвичай застосовується після вилучення з них домішок, що осаджуються і спливають у нафтовловлювачах, жировловлювачах, відстійниках, і проводиться у флотаторах. Вода, що пройшла флотатори, може бути використана у системі оборотного водопостачання підприємств або спрямована на подальше очищення від розчинених забруднень.

Суть процесу флотації полягає в тому, що до диспергованих у тонкій суспензії бульбашок повітря або газу прилипають частки завислих речовин і спливають разом із бульбашками. На ефект флотації значно впливають розмір та кількість бульбашок повітря, розподілених у воді. Оскільки завислі частки забруднень розподілені у всьому обсязі стічної води, бажано, щоб бульбашки повітря також були розподілені у всьому об'ємі рівномірно. Великі бульбашки повітря спливають дуже швидко, спричиняючи перемішування води, і не встигають закріпитися на поверхні завислих частинок, тому ефективна флотація потребує, можливо, більш тонкого диспергування повітря. Для цього флотатори забезпечуються системами «подрібнення» повітря – диспергаторами.

Іонний обмін. Одним зі способів очищення виробничих стічних вод, що відрізняються високою токсичністю, є іонний обмін. Іонітами можна вилучати зі стічних вод сполуки арсену і фосфору, ціаністи сполуки й радіоактивні речовини, а також хром, нікель, цинк, свинець, мідь, ртуть та інші метали.

Як іонообмінні матеріали, використовуються як природні глауконітові піски, так і штучні алюмосилікати типу пермутиту, силікагелі, сульфовугілля і синтетичні смоли.

Іонообмінні властивості смол обумовлені наявністю у їх структурі функціональних, хімічно активних іонних груп. На просторовій молекулярній сітці смоли фіксується позитивний чи негативний заряд. Відповідно до цього, іонообмінні синтетичні смоли поділяються на дві основні групи – катіоніти та аніоніти.

3 ІНЖЕНЕРНІ АСПЕКТИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

3.1 Централізоване та децентралізоване водопостачання

Комунальне господарство, яке забезпечує водою питної якості населення та промисловість, є одним з основних споживачів водних ресурсів і одночасно одним із потенційних забруднювачів природних вод, бо здійснює водовідведення стічних і більшості інших зворотних вод населених пунктів у водні об'єкти.

Централізоване водопостачання полягає у заборі води з водних об'єктів – джерел водопостачання, обробки її відповідно до вимог нормативів якості води й подачі води споживачам – населенню, промисловим підприємствам та іншим установам. Централізоване питне водопостачання має пріоритетність перед іншими видами спеціального водокористування.

Джерелами централізованого водопостачання можуть бути як поверхневі, так і підземні води. Для міст, які потребують значної кількості води, одночасно використовують поверхневі та підземні джерела.

Контроль за якістю води джерел централізованого господарсько-питного водопостачання здійснюється щоденно місцевими лабораторними центрами та підприємством, що експлуатує водозабірні споруди.

Питні водозабори з підземних водоносних горизонтів зазвичай розташовуються в межах міської території. Навколо них також утворюється зона санітарної охорони. Підземні води використовують як для централізованого господарсько-питного водопостачання, так і для децентралізованого водопостачання.

Якість води, що подається до осель мережею централізованого водопостачання, на жаль, не завжди відповідає нормативним вимогам якості питної води. Це може бути пов'язано з надмірним забрудненням води джерела водопостачання, технічним зносом устаткування водопідготовки та водогінної мережі, аваріями тощо.

Професійно спроектована і реалізована система водопостачання міста дозволяє налагодити централізовану мережу забору, очищення та транспортування води споживачам. Вона повинна працювати безперервно. При цьому витрати мешканців населених пунктів на облаштування систем водопостачання населених пунктів мають бути істотно нижчими, ніж вартість установаження індивідуальних систем.

Система для безперервного міського водопостачання складається з низки споруд і передбачає використання різного обладнання:

- водозаборів для викачування води з природних водойм або підземних джерел;
- насосних станцій, які перекачують воду на очисні споруди, в резервуари для зберігання і подають якісну питну воду кінцевим споживачам;
- споруд для очищення води, в яких вона приводиться у відповідність до санітарно-гігієнічних норм;
- водопроводів, які розподіляють і транспортують воду в будинки.

Крім цього, у системі водопостачання міста мають бути передбачені акумулюючі башти та резервуари, за допомогою яких створюється запас питної

води й регулюється обсяг її подачі в будинки.

Схема водопостачання населеного пункту з поверхневого джерела

При використанні природних водних об'єктів як джерел води типова схема водопостачання населеного пункту виглядає так:

- вода з природних джерел (річок або озер) надходить у водозабори;
- насоси перекачують воду в спеціальні споруди, де вона очищується;
- після цього вода перекачується в акумулюючі резервуари;
- з накопичувальних резервуарів середовище подається насосами у водопровідну мережу, по якій чиста питна вода доставляється кінцевим споживачам.

Схема водопостачання населеного пункту з підземного джерела

Коли для водопостачання міста або поселення вода береться з підземного джерела, то в цьому випадку зазвичай не потрібно встановлювати очисні споруди – така вода не потребує очищення.

Буває, що схема водопостачання міста передбачає установку у свердловинах насосів. У такому випадку не потрібні резервуари для води. Коли для забезпечення питною водою населеного пункту використовується два або більше підземних джерела, то проєктується схема водопостачання міста або селища з двостороннім / багатостороннім живленням.

Підземне джерело питної води може розташовуватися на височині. У такому випадку подача води з нього неможлива без використання насосів. Подібну проблему водопостачання міста можна вирішити за допомогою гравітаційного водопроводу – закритого або відкритого безнапірного каналу подачі води.

Потреба людини у воді для пиття з урахуванням приготування їжі не перевищує 3-4 л/добу. Таку кількість води високої якості можна забезпечити за допомогою децентралізованого водопостачання.

Існують такі види та джерела децентралізованого водопостачання:

- використання води з колодязів;
- використання води з природних джерел;
- забір води з артезіанських свердловин, що розміщуються в межах або поблизу населеного пункту;
- вода питна з пунктів розливу – оброблена та привізена питна вода, що розливається в тару споживача без водопровідної мережі (кіоски, автомати, автоцистерни);
- постачання високоякісної води з бюветів, яка надходить із глибоких, надійно ізольованих горизонтів;
- продаж питної води у герметичних пляшках, що розливаються у заводських умовах.

Децентралізоване водопостачання безперечно сприятиме загальному оздоровленню населення і використанню високоякісної підземної води переважно для питних потреб за умови відповідного очищення та знезараження.

3.2 Вимоги до джерел питного водопостачання. Зони санітарної охорони джерел водопостачання

Стан та якість поверхневих вод, що використовуються як джерела централізованого водопостачання, повинні відповідати санітарно-гігієнічним нормативам. Охорона джерел питного водопостачання від забруднення та виснаження повинна бути попереджувальною. З цією метою влаштовуються зони санітарної охорони джерел централізованого господарсько-питного водопостачання. У межах цих зон встановлюється особливий режим господарської діяльності, спрямований на уникнення забруднення та

виснаження природних вод.

Зони санітарної охорони джерел водопостачання складаються з трьох поясів.

Перший пояс (суворого режиму) включає територію розміщення водозабору. На водотоках межа першого поясу встановлюється на відстані від водозабору вверх проти течії так: – не менше 200 м, униз за течією – не менше 100 м, по берегу – не менше 100 м від урізу води, до протилежного берега – не менше 100 м за акваторією, а при ширині річки менше ніж 100 м – вся акваторія і 50 м від урізу води по протилежному берегу. На водоймах – у радіусі 100 м від водозабору по акваторії й берегу. Межа першого поясу визначається на акваторії попереджувальними буйками, на суходолі – попереджувальними табличками з відповідним написом.

На водозаборах підземних вод перший пояс охоплює свердловину і водозабірні споруди. Радіус першого поясу становить 15–50 м залежно від захищеності горизонтів підземних вод. Територія першого поясу водозабору підземних вод обгороджується парканом. Вхід до неї сторонніх осіб заборонено.

У межах першого поясу забороняється проживання людей, у тому числі працюючих на водозаборі, скидання стічних вод, купання, вилов риби, водопій худоби та інші види водокористування, що впливають на якість води. Забороняється перебування сторонніх осіб, розміщення житлових і громадських будівель, причалів плаваючих засобів, будь-яке будівництво, за винятком такого, що потрібне для експлуатації водопроводу.

Другий і третій пояси (обмеження і спостереження) включають територію, що повинна забезпечити охорону джерел централізованого питного водопостачання від мікробного та хімічного забруднення.

Межа другого поясу встановлюється на водотоках вверх проти течії на відстані добігання води не менше 3-х діб до водозабору, униз за течією – 250 м; бічні межі – 500–1 000 м залежно від рельєфу; на водоймах – у радіусі не менше ніж 3 км від водозабору.

На водозаборах підземних вод зовнішня межа другого поясу встановлюється на відстані від водозабору розрахунковим шляхом виходячи з умов втрати життєздатності патогенними мікроорганізмами, що для ґрунтових вод становить 400 діб, для міжпластових вод – 100–200 діб.

У межах другого поясу забороняється розміщувати кладовища, худобомогильники, поля асенізації та фільтрації, систем зрошування стічними водами, гноєсховищ, полігонів твердих відходів, біологічних ставків та мулових майданчиків, тваринницьких та птахівничих підприємств, влаштування літніх таборів для худоби та випасання її не ближче ніж 300 м від берега водного об'єкта, осушення та розорювання земель, садівництво та городництво.

Межа третього поясу на водотоках і водоймах за акваторією співпадає з межею другого поясу, а по суходолу становить 3–5 км від урізу води.

Для водозаборів підземних вод межа третього поясу визначається розрахунковим шляхом виходячи з терміну проникнення хімічного забруднення до водозабору за період його експлуатації, але не менш ніж за 25 років.

У межах зони санітарної охорони джерел водопостачання забороняється застосування пестицидів і мінеральних добрив, вирубка дерев, скид стічних вод, що не відповідають санітарним нормам і правилам, розміщення складів пально-мастильних матеріалів, пестицидів і мінеральних добрив, накопичувачів промислових стічних вод, нафтопроводів, шламосховищ, звалищ твердих побутових та промислових відходів, розробка надр, видобування піску та гравію, днопоглиблювальні роботи.

У зоні санітарної охорони джерел водопостачання здійснюється постійний моніторинг за станом довкілля. Водогони, що проходять незабудованою територією, також мають санітарно-захисну смугу, ширина якої становить 10–50 м залежно від діаметра труби та вологості ґрунтів. На забудованих територіях ширина санітарно-захисної зони встановлюється згідно з особливостями забудови.

У межах санітарно-захисної зони водогонів не повинні розміщуватися джерела забруднення ґрунтів та ґрунтових вод. Забороняється прокладання водогонів по звалищах відходів, полях фільтрації та зрошення, кладовищах, скотомогильниках, територіях підприємств.

Вода, перед тим як потрапити з джерел до мережі централізованого господарсько-питного водопостачання, проходить необхідну водопідготовку і набуває складу та властивостей, що мають відповідати Державним санітарним нормам та правилам «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [10].

Питна вода, призначена для споживання людиною, повинна відповідати таким гігієнічним вимогам: бути безпечною в епідемічному та радіаційному відношенні, мати сприятливі органолептичні властивості та нешкідливий хімічний склад.

3.3 Використання води у комунальному господарстві

Комунальне господарство є основним постачальником питної води для населення і промислових підприємств. Раціональне використання водних ресурсів у цій галузі полягає в уникненні зайвих витрат води внаслідок аварій на водогонах і витоків з водопровідних систем, що може бути забезпечено своєчасним поточним та капітальним ремонтом водопроводів. Економному витрачання води сприяє встановлення водопровідних лічильників як у побуті, так і на виробництві. Комунальна галузь також витрачає воду на полив зелених насаджень, вулиць та інших міських територій. До комунального водопостачання належать витрати води на пожежогасіння.

В індустріально розвинених країнах промисловість споживає в декілька разів більше води, ніж населення. В Україні для технологічних цілей споживається майже у 2,5 рази більше води, ніж для господарсько-побутових потреб.

3.4 Використання води у промисловості

Технічне водопостачання

Вода, що використовується в технологічних процесах виробництва, має назву технічної або технологічної. У промисловості воду використовують:

- як сировину, що входить до складу готової продукції;
- для охолодження (тепловідведення) машин та механізмів, що нагріваються під час роботи;
- для охолодження напівпродуктів та готової продукції;
- для розчину і промивання сировини, напівпродуктів та готової продукції;
- для виробництва водяної пари;
- для миття обладнання, тари, приміщень тощо;
- для утворення і транспортування пульпи;
- для пожежогасіння.

Особливістю водоспоживання у промисловості є те, що переважна більшість технологічних процесів не пред'являє особливих вимог до якості води, таких як, наприклад, питне водопостачання, що дає змогу використовувати багато разів для технологічних потреб ту саму воду, не скидаючи її в каналізаційну мережу або у водні об'єкти, особливо зважаючи на те, що вимоги до складу води, що скидається, зазвичай більш жорсткі, ніж до складу технологічної води.

Завдяки багаторазовому використанню води у промисловості значно (у 8–10 разів) зменшуються обсяги води, що вилучається з водних об'єктів. Відповідно знижується кількість стічних вод. Таке водокористування називається оборотним.

Крім оборотних систем водоспоживання, які дають змогу використовувати воду на одному й тому самому підприємстві багато разів, існують ще так звані системи повторного, або послідовного водоспоживання,

коли стічна вода одного підприємства стає технологічною на іншому.

При багаторазовому (оборотному) використанні в технологічній воді відбувається накопичення розчинних, завислих та емульгованих домішок або підвищення температури. Для підтримання сталого стану і властивостей технологічної води в системі оборотного водоспоживання розташовуються відповідні очисні споруди та охолоджувальне устаткування у вигляді градирень або бризкальних басейнів. У процесі охолодження до 3 % вода випаровується або розбризкується. Одночасно зростає мінералізація та жорсткість води, що призводить до відкладення солей (карбонатів кальцію та магнію) на стінках теплообмінної та водогінної апаратури.

На теплових електростанціях та інших підприємствах, які мають значні обсяги технологічної води, що потребує охолодження, споруджуються ставки – охолоджувачі, де гаряча вода надходить у верхів'я споруди, а забирається вже охолодженою біля греблі.

Для нормалізування мінералізації та жорсткості технологічної води в оборотній системі частину її періодично замінюють свіжою водою. Цей процес називається продувним циклом, обсяг якого становить 6–10 % від загальної місткості оборотної системи водоспоживання.

Крім того, існує загроза замулювання та обростання перетину труб внаслідок надмірного вмісту у воді завислих речовин та мікроорганізмів. Для уникнення цього негативного наслідку оборотну воду потрібно пропускати крізь фільтри.

Вимоги до складу оборотної води, що використовується для охолодження агрегатів:

- завислі речовини – до 30 мг/л;
- карбонатна жорсткість – до 7 мг-екв/л;
- гіпс (CaSO_4) – до 2 000 мг/л;
- сірководень (H_2S) – до 0,5 мг/л.

Для повторного використання технологічної води, що контактувала із сировиною або готовою продукцією, її очищують відповідно до вимог

технологічного процесу.

Чимало технологічних процесів, наприклад, виробництво теплової енергії, ліків та інших особливо чистих речовин, електроніка та багато інших потребують воду значно вищої якості, ніж питна вода. На цих виробництвах здійснюється відповідна водопідготовка із застосуванням фізико-хімічних методів обробки води.

Існують підприємства, де скиду стічних вод немає. Системи водоспоживання, де вода використовується у виробництві без скиду стічних вод в каналізаційну мережу міста або у водний об'єкт, називаються замкнутими системами водоспоживання. У таких системах водоспоживання функціонує обладнання для обробки та очищення води, що вже використана на виробництві, з метою підтримання необхідної для цього технологічного процесу якості води. Свіжа вода з джерел водопостачання використовується лише для поповнення системи.

Функціонують також замкнуті системи водного господарства територіально-промислового комплексу або району, де для поповнення систем технічного водопостачання використовуються поверхневий сток і стічні води, що пройшли відповідне очищення. Надлишок стічних вод використовується на рілних полях зрошення, для поливу лісових насаджень, а також для поповнення запасів підземних вод.

Замкнуті системи водопостачання мають як водоохоронні, так і економічні переваги завдяки зменшенню плати за забір води й відсутності плати за скид стічних вод.

Для великих промислових міст, розташованих на малих річках, які через маловодність не забезпечують необхідні промисловим підприємствам обсяги води, перспективними є замкнуті територіальні системи водопостачання з використанням міських річок. Стічні води, що пройшли очищення на міських очисних спорудах, проходять додаткове глибоке очищення на спорудах доочищення (піщані фільтри, біоставки, біофільтри) і подаються у верхів'я міських річок, збільшуючи їх водність. Забір води для технічного

водопостачання підприємств здійснюється безпосередньо з річок.

Упровадження такої системи водопостачання передбачає попереднє очищення міських річок від донних відкладень, укріплення берегів облицюванням залізобетонними плитами або бутом.

Норми водоспоживання у промисловості

Промислове виробництво не може уникнути використання води чи як сировини, чи для охолодження устаткування, миття сировини або готової продукції тощо. Питома витрата води на отримання одиниці готової продукції на окремих підприємствах може суттєво відрізнятись залежно від технічного рівня того чи іншого виробництва.

Для підприємств встановлюються індивідуальні норми водоспоживання на одиницю продукції. На підприємствах здійснюються заходи щодо зниження питомих норм водоспоживання шляхом упровадження повітряного охолодження агрегатів, ліквідації витоків рідини, заміни водних процесів безводними тощо.

У технічному водопостачанні існує два нормативні рівні водоспоживання, а саме:

- поточні технологічні нормативи використання води – для наявного рівня технологій;
- перспективні технологічні нормативи використання води – з урахуванням досягнень на рівні передових світових технологій.

Індивідуальні норми водовідведення на одиницю продукції, що встановлюються для кожного окремого підприємства, залежать від існуючої системи технічного водопостачання – прямої, оборотної або повторно-послідовної і можуть відрізнятись залежно від цього у декілька разів, а іноді на 1-2 порядки.

Зменшенню обсягів споживання води й, відповідно, скиду стічних вод сприяють економічні важелі поступового, але систематичного збільшення

плати за забір води та водовідведення з одночасним підвищенням вимог до ступеня очищення стічних вод, що скидаються.

Паспорт водного господарства підприємства

Для діючих підприємств підставою для видачі дозволів на скидання стічних вод від виробничих процесів у систему каналізації міст і інших населених пунктів є паспорт водного господарства.

Паспорт водного господарства розробляється за встановленою формою самим підприємством й узгоджується у водопровідно-каналізаційному управлінні, де уточнюються місця випусків у системи каналізації побутових стічних вод населених пунктів, норми скидань і сполуки стічних вод, що скидаються в каналізацію до та після очисних споруд на випусках.

Паспорт водного господарства підприємства є основним документом обліку. В одному з розділів паспорта в спеціально розроблених таблицях приводяться кількісні показники водоспоживача: джерело водопостачання, об'єм використаної води для виробничих потреб, включаючи об'єм свіжої води на підживлення систем оборотного водопостачання, об'єм води, що витрачається на господарські, побутові й комунальні потреби, об'єм води, що витрачається в результаті фільтрації, випару, витоку, аварії.

Крім того, є таблиця, яка містить характеристику джерел стічних вод підприємства, що скидаються безпосередньо у водоприймачі, та оцінку їхнього впливу. У таблиці щодо оцінки ефективності очисних споруд вказується найменування очисних споруд і метод очищення, пропускна здатність, перелік нормованих речовин і їхня середня концентрація на вході й виході з очисних споруд.

До таблиць додається балансова схема водоспоживання та водовідведення із зазначенням годинних витрат води на кожній ділянці.

Для кожного підприємства, організації або установи, що здійснюють водокористування, складається укрупнена балансова схема водопостачання й

водовідведення із вказівкою та нумерацією місць виміру, забору (прийому), втрат і скидання води, а також пунктів передачі її іншим споживачам.

Укрупнена балансова схема має бути складена так, щоб забезпечити повне уявлення про кількість і якість споживаних вод та вод, що скидаються.

У випадку зміни умов роботи каналізаційних систем населених пунктів або недотримання промисловим підприємством умов щодо витрати вод і маси забруднювачів, дозвіл на скидання виробничих стічних вод може бути анульований.

Термін дії водного паспорта підприємства – п'ять років. Після закінчення цього строку відповідні органи продовжують термін дії паспорта, якщо встановлені в ньому нормативи щодо гранично допустимих концентрацій на такому підприємстві не перевищувалися.

3.5 Інженерні заходи щодо раціонального використання води на промислових підприємствах

Оборотні системи водоспоживання

Для технічного водоспоживання не існує єдиних вимог до якості води. Така галузь, як харчова, потребує воду питної якості. Для виробництва лікарських засобів використовують дистильовану воду. Особливі вимоги до складу води пред'являють такі галузі, як виробництво продуктів тонкого органічного синтезу, виробництво обчислювальної техніки та деякі інші.

Для більшості технологічних процесів вимоги до якості води не дуже вимогливі й допускають наявність в технічній воді певних домішок.

Враховуючи значні обсяги води, які споживає промисловість, з метою економії водних ресурсів у багатьох технологічних процесах одна й та сама вода використовується багаторазово. Така система технічного водопостачання називається оборотною. Для кожної оборотної системи водопостачання встановлюються особисті вимоги до складу технічної води. Ці вимоги

стосуються граничного вмісту в воді певних домішок, таких як розчинені мінеральні речовини (мінералізація води), нафтопродукти, жири, завислі речовини тощо.

Повні обмеження складу оборотної води пов'язані зі здатністю деяких домішок осідати на внутрішніх поверхнях труб та інших частинах оборотних систем. Для видалення надмірних концентрацій цих домішок оборотну воду очищують у відповідних спорудах, що входять до складу оборотних систем водоспоживання.

Іншим засобом нормалізації якості оборотної води є так звані «продувні цикли», коли частину оборотної води (зазвичай до 10 %) замінюють свіжою, знижуючи таким чином концентрацію небажаних домішок.

Завдяки встановленню оборотних систем водоспоживання можна значно зменшити спуск у водоймища забруднених промислових стічних вод і, таким чином, зменшити забруднення водоймищ.

Системи послідовного водоспоживання

Послідовне водоспоживання організовується у випадках, коли вода, використана на одному підприємстві, не скидається у каналізацію, а може бути використана на іншому, розташованому поряд підприємстві. Таким чином, на першому підприємстві досягається економія стосовно обсягів скиду стічних вод, а на другому – економія споживання свіжої води.

Замкнуті системи водоспоживання

Замкнуті системи водоспоживання організовуються у місцевостях з обмеженими водними ресурсами з метою повного уникнення скиду стічних вод у природні водні об'єкти, а також для максимальної економії споживання свіжої води.

Існують два типи замкнутих систем водоспоживання:

- для одного конкретного підприємства;
- для промислового міста або регіону.

При першому типі замкнутої системи водоспоживання для уникнення скиду стічних вод на конкретному підприємстві створюється розвинена система оборотного водопостачання з високим рівнем очищення технічної води, що використовується, із використанням очищеного поверхневого стоку для технічного водопостачання. Господарсько-побутові стічні води після очищення і певної підготовки використовуються для зрошення сільськогосподарських культур. Промислові стічні води, які неможливо подати в оборотну систему водопостачання, використовуються для охолодження і транспортування (видалення) промислових відходів або спрямовуються у безстічні накопичувачі-випаровувачі, а іноді навіть закачуються у підземні, надійно ізольовані горизонти.

Другий тип замкнутої системи водоспоживання передбачає для технічного водопостачання промислових підприємств міста використання міських річок. Для поповнення річкового стоку в їх верхів'я подаються очищені до норм ГДК природних вод міські стічні води й поверхневий сток. Для цього потрібно суттєво підвищити рівень очищення стічних вод шляхом посилення ефективності очищення виробничих стічних вод на підприємствах, створити надійну систему доочищення вод на підприємствах і на загальноміських очисних спорудах. Водночас виконати розчищення міських річок від донних відкладень, здійснити укріплення берегів річок камінням, залізобетоном або стійким полімерним покриттям. Таким чином буде повністю забезпечена потреба міста у технічній воді. Вода, що надходить міським водопроводом із природних джерел, буде використовуватися винятково на господарсько-побутові потреби, а також для підприємств, які за умовами виробництва потребують воду питної якості.

Упровадження замкнутої системи технічного водопостачання з використанням очищених міських стічних вод забезпечить у майбутньому бездефіцитне водопостачання як промисловості, так і населення.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кравченко В. С. Водопостачання і водовідведення : підруч. для студ. вищих навч. закл. / В. С. Кравченко ; Національний ун-т водного господарства та природокористування. – Рівне : НУВГП, 2007. – 432 с.
2. Таварткіладзе І. М. Водовідведення. Очистка міських стічних вод : навч. посіб. для студ. спец. 7.092601 – Водопостачання та водовідведення / І. М. Таварткіладзе, О. М. Нечипор ; Київський національний ун-т будівництва і архітектури. – Київ : КНУБА, 2009. – 96 с.
3. Орлов В. О. Водопостачання та водовідведення : підручник / В. О. Орлов, Я. А. Тугай, А. М. Орлова. – Київ : Знання, 2011. – 359 с.
4. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Чинний від 2014-01-01. – Київ : Мінрегіон України, 2013. – 128 с.
5. ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація. – Чинний від 2013-03-01. – Київ : Мінрегіон України, 2013. – 104 с.
6. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 2. Методи очищення стічних вод : підручник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Петрук Р. В., Скалова Г. В. та ін. – Херсон : Олді-плюс, 2019. – 298 с.
7. Водний Кодекс України [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95%D0%B2%D1%80#Text>, вільний (дата звернення: 06.05.2024). – Назва з екрана.
8. Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/465-99-%D0%BF#Text>, вільний (дата звернення: 06.05.2024). – Назва з екрана.
9. Про затвердження Правил приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення та Порядку визначення розміру плати, що справляється за понаднормативні скиди стічних вод до систем централізованого водовід-

ведення [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0056-18#Text>, вільний (дата звернення: 06.05.2024). – Назва з екрана.

10. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [Електрон. ресурс] : Наказ М-ва охорони здоров'я України № 400 від 12.05.2010 //Верховна Рада України : офіц. сайт. – Електрон. текст. дані. – Оновлюється постійно. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>, вільний (дата звернення: 06.05.2024). – Назва з екрана.

Електронне навчальне видання

ПОНОМАРЕНКО Євгеній Георгійович
ДМИТРЕНКО Тетяна Володимирівна

ТЕХНОЛОГІЇ ОХОРОНИ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для здобувачів першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти зі спеціальності 183 – Технології захисту
навколишнього середовища)*

Відповідальний за випуск *К. М. Задорожний*
Редактор *О. А. Норик*
Комп'ютерне верстання *Т. В. Дмитренко*

План 2022, поз. 19Л

Підп. до друку 08.07.2024. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 3,0.

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