МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА

І АРХІТЕКТУРИ

**ВОДОВІДВІДНІ СИСТЕМИ**

**ПРОМИСЛОВИХ**

**ПІДПРИЄМСТВ**

**Методичні вказівки**

**до виконання курсового проекту**

**для студентів спеціальності 7.092601**

**«Водопостачання та водовідведення»**

**КИЇВ 2017**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Київський національний університет

будівництва і архітектури

**ВОДОВІДВІДНІ СИСТЕМИ**

**ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ**

**Методичні вказівки**

**до виконання курсового проекту**

**для студентів спеціальності 7.092601**

**«Водопостачання та водовідведення»**

**КИЇВ 2017**

УДК 628.35

ББК 38.761.2

В62

Укладач І. М. Таварткіладзе, д-р техн. наук, професор

Рецензент В.Ф. Малько, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск О.Я. Олійник, д-р. техн. наук, професор

*Затверджено на засіданні кафедри гідравліки та водовідведення,*

*протокол №13 від 29 липня 2004 року.*

**Водовідведення** системи промислових підприємств. Методичні вказівки до курсового

проекту/ Уклад. І. М. Таварткіладзе – К.:КНУБА, 2004. – 48с.

Розглянуто відповідність розрахунків основних технологічних споруд

очисної станції каналізації промислових підприємств.

Особлива увага приділяється питанню попереднього очищення

промислових стічних вод від специфічних забруднень.

Призначено для студентів спеціальності 7.092601 «Водопостачання

та водовідведення» для практичного використання студентами при

виконанні курсового проекту.

ЗМІСТ

Стор.

**Загальні положення**....................................................................................................... 4

**1. Водовідвідна мережа промислових стічних вод**……………………………...…. 5

1.1.Основні рекомендації.............................................................................................. 5

1.2.Трасування мереж.................................................................................................... 6

1.3.Визначення витрат стічних вод.............................................................................. 7

1.4.Гідравлічний розрахунок мережі............................................................................ 9

**2. Попереднє очищення та очищення промислових стічних вод**............................ 11

2.1.Визначення необхідного ступеня очищення.......................................................... 11

2.2.Вибір методу очищення............................................................................................ 13

2.3.Розрахунок очисних споруд...................................................................................... 13

2.4.Техніко-економічні розрахунки................................................................................ 30

**3.Вихідні дані для проектування**..................................................................................... 31

Список літератури............................................................................................................. 31

Додаток 1............................................................................................................................ 31

Додаток 2............................................................................................................................ 31

**Загальні положення**

Курсовий проект по водовідведенню промислових підприємств виконують студенти денної форми навчання.

Метою розробки курсового проекту «Водовідвідні системи промислових підприємств» є узагальнення знань, одержаних при вивченні курсу «Водовідвідні системи промислових підприємств».

Даний курсовий проект передбачає розрахунок і проектування водовідвідних колекторів промислових підприємств та попереднє очищення промислових, дощових стічних вод від промислового майданчика.

Курсовий проект складається із розрахунково-пояснювальної записки та графічного матеріалу.

Пояснювальна записка повинна містити опис об’єкта водовідведення із зазначенням місць утворення стічних вод; визначення витрат стічних вод усіх категорій; гідравлічний розрахунок каналізаційних мереж; визначення концентрації забруднення та потрібний ступінь їх очищення; вибір методів та схем попереднього очищення промислових стічних вод, розрахунок очисних споруд; техніко-економічний розрахунок вартості відведення та очищення стічних вод.

Графічна частина повинна складатися із генплану промислового об’єкта з нанесенням мереж для відведення господарчо-побутових, промислових та дощових стічних вод і плану очисних споруд із профілем руху стічних вод. Графічну частину проекту виконують на двох листах:

на першому – генплан промислового підприємства з нанесенням господарчо-побутових, промислових та дощових мереж водовідведення, споруд попереднього очищення, умовні позначення, експлікація будівель та споруд;

на другому – генплан очисних споруд, профіль мережі водовідведення та руху стічних вод по очисним спорудам.

Рекомендовані масштаби генерального плану 1:500.

**1.Водовідвідна мережа промислових стічних вод**

*1.1.Основні рекомендації*

На промислових підприємствах утворюється три категорії стічних вод:

промислові, господарчі, дощові.

Відведення стічних вод від території промислових підприємств, як правило здійснюється за повною роздільною системою водовідведення. Для деяких підприємств, при відповідному обґрунтуванні , може бути прийнята загально сплавна система водовідведення.

При виборі системи водовідведення промислових об’єктів необхідно розглянути можливі варіанти як схем водовідведення, так і очищення стічних вод з урахуванням можливості скиду очищених стічних вод у водойму, приєднання до міської мережі або використання в обротній системі технічного водопостачання підприємства.

До труб та каналів, призначених для відведення промислових стічних вод, пред’являють спеціальні вимоги, пов’язані із підвищеною агресивністю, високою температурою стічних вод і т.п. [1-3].

Матеріал труб вибирають залежно від забруднень, присутніх у стічних водах. На ряді підприємств внутрішньоцехові, а інколи і внутрішньомайданчикові мережі виконують у вигляді відкритих лотків (наприклад, для підприємств тваринництва). Якщо стічні води містять легкозаймисті речовини чи шкідливий газ, то самопливний трубопровід приєднується до зовнішніх мереж за допомогою гідравлічного затвора, розташованого на випусках із цехів.

Гідравлічний розрахунок мереж водовідведення виконують за відомими методиками з урахуванням характерних особливостей промислових стічних вод: значні коливання концентрації забруднюючих речовин та нерівномірні надходження [1,2,3,5,8].

Розрахункові швидкості течії води у трубопроводах приймають залежно від стану та концентрації механічних забруднень; інколи розрахункові швидкості течії промислових стічних вод можуть перевищувати швидкості, які рекомендовані [1]. Наприклад, для стічних вод, які вміщують нафту або жири, приймають розрахункову швидкість 0,8...0,9 м/с, а для стічних вод із важкими механічними забрудненнями (стічні води металургійних підприємств) – 1,25.....1,6 м/с [2,3].

Транспортуюча здатність труб та каналів транспортування стічних вод із великою кількістю механічних забруднень визначається за формулою (2.1), [2,4,5,6,9,11,13]:

; (2.1)

де  - вміст фракцій завислих речовин ( d=0,005мм.), г/л;

 - глибина транспортуючого потоку, м;

- гідравлічна крупність транспортуючих речовин, яка може бути прийнята за літературними даними або розрахована, мм/с:

;

де - найменша (незамулююча) швидкість руху рідини, мм/с [1-4];

- гідравлічний радіус, м [2,5].

*1.2.Трасування мереж*

Водовідвідні мережі трасуються на території промислових підприємств вздовж проїздів переважно паралельно вісі корпусів.

Трасування мереж залежить від місця розташування випусків від промислових будинків з урахуванням існуючих підземних комунікацій та наземних споруд. Не рекомендується прокладати колектори на незабудованих ділянках. Приступаючи до трасування мережі, вирішують питання про спільне або окреме водовідведення промислових стічних вод, одержаних від технологічних операцій в різних цехах даного або поруч розташованого промислового підприємства. При проектуванні мереж водовідведення треба передбачати можливість спільної прокладки в одній траншеї колекторів для побутових, промислових та дощових стічних вод.

При приєднанні водовідвідних мереж промислових підприємств до вуличної або внутрішньо квартальної мережі населеного пункту треба передбачити випуск із контрольним колодязем, розташованим за межами підприємства.

*1.3.Визначення витрат стічних вод*

Витрати стічних вод визначають за трьома категоріями водокористування (промислові, побутові та душеві стіні води). Витрата промислових стічних вод, л/с.:

;

де - питоме водовідведення на одиницю продукції або переробної сировини з урахуванням

водообороту, м3;

- число одиниць продукції, яке випускає підприємство протягом зміни;

- кількість робочих годин за зміну;

- коефіцієнт погодинної нерівномірності.

Витрата побутових стічних вод на підприємстві визначається для зміни з максимальною кількістю робітників із врахуванням кількості робочих годин за зміну:

;

де - максимальна кількість працюючих у зміні при нормах водовідведення відповідно

25 та 45 л. (холодні та гарячі цехи);

- коефіцієнти погодинної нерівномірності, = 3, = 2,5.

Максимальні витрати стічних вод від душових сіток за зміну, (м3/год):

;

де - кількість душових сіток залежно від санітарних вимог (для деяких галузей можна

брати за [3, с.12] та кількості працюючих, які повинні приймати душ).

При розрахунках потрібно користуватись [7;8].

Одержані розрахункові дані зводять до табл. 1,2.

*Таблиця 1*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Цех | Стічні води, м3/доб. | | | | Всього |
| Промислові | Господарчо-  побутові | Душові | Дощові |

*Таблиця 2*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Години доби | Стічні води, м3/доб. | | | Всього |
| Промислові | Господарчо-  побутові | Душові |

*1.4.Гідравлічний розрахунок мережі*

Гідравлічний розрахунок мереж водовідведення включає визначення діаметрів труб для транспортування стічних вод, ухилів, швидкостей течії та ступеню наповнення трубопроводів. Всі розрахунки по мережах водовідведення промислових та господарчо-побутових стічних вод зводять до табл.3.

*Таблиця 3*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Розрахункові ділянки | Розрахункові витрати, л/с. | Довжина ділянки, м. | Діаметр колектора, мм. | Ухил, *і* | Швидкість течії рідини,  V мм/с. | Наповнення | | Падіння, *ixl,* м | Відмітка,м | | | | | | Глибина  закладання | |
| Землі | | Рідини | | Лотка | |
| h/d | h, м | Початкова | Кінцева | Початкова | Кінцева | Початкова | Кінцева | Початкова | Кінцева |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |

**Примітка.** Графи 1,3,10,11 складаються на основі попередньо розробленого профілю поверхні землі та за генпланом ; графу 2 розраховують (табл. 1 і 2); графи 4-8 приймають за таблицями [додаток 1 та 2]; графи 12-17 розраховують за схемою (профілю).

Повздовжній профіль мережі водовідведення виконують, як правило, на міліметрівці у масштабі 1:100 – вертикальний; 1:500 – горизонтальний.

Профіль виконують по горизонталям генерального плану так, щоб повністю відобразити рельєф місцевості.

Гідравлічний розрахунок мереж водовідведення виконують відповідно до [1] з обов’язковим врахуванням мінімально допустимих швидкостей та ухилів, а також максимальних значень наповнення. Початкову глибину закладань мережі приймають з урахуванням вимог промерзання ґрунту, пониження на випуску та рельєфу місцевості:

;

де - максимальна глибина закладання випуску від будинку, м;

- ухил випуску, приймається на основі гідравлічного розрахунку і для обчислення може

бути прийнятий *i* =0,02;

- довжина випуску, м (рекомендована довжина випуску становить від 3 до 10 м);

- відмітки поверхні землі, відповідно, біля будинку та першого колодязя;

- можливий перепад між лотком випуску та лотком водовідвідної мережі.

Найбільша глибина закладання мережі залежить від категорії ґрунту та матеріалу труб: для сухих ґрунтів – до 8 м; для мокрих до 5 м.

При проектуванні мереж, як правило, необхідно збільшувати або зберегти швидкості течії попередніх ділянок мережі. Швидкість течії стічних вод у бокових колекторах повинна дорівнювати або бути меншою за швидкість течії у основній лінії.

Повздовжній профіль мереж водовідведення виконують із додержанням основних вимог , викладених у [2; 7; 8; 12].

На деяких промислових підприємствах, за винятком виробництва харчової та медичної галузей, можливе повторне використання умовно чистих промислових стічних вод (у системах охолодження) після механічного (у інших випадках біологічного) очищення для технічних цілей (миття автотранспорту, твердих покрить, полив зелених насаджень та інше), якщо такі системи економічно виправдані.

Повторно використовувати ці води можливо для зрошування деяких технічних культур, для прибирання у забруднених виробничих цехах або для технічних цілей, якщо дозволяє технологія виробництва.

У цьому випадку проектом передбачається зменшення витрат очищених стічних вод, які скидають у водойму, а у пояснювальній записці проводиться обґрунтування прийнятої схеми.

**2.Попереднє очищення та очищення промислових стічних вод**

*2.1.Визначення необхідного ступеня очищення*

Необхідний ступінь очищення промислових стічних вод визначають за масою суспендованих (завислих) речовин, допустимою БПК20, температурою води, забарвленням, запахом, соляним складом, гранично допустимою концентрацією забруднень (ГДК) за токсичними домішками, активній реакції води.

Залишкова концентрація наведених показників при скиданні стічних вод у водойму або міські мережі визначається санітарними або технологічними нормами, якщо стічні води повинні бути використані у системі зворотного водопостачання промислового підприємства.

Для розрахунку необхідного ступеню очищення заданих витрат стічних вод використовують концентрації забруднень, одержані в результаті експериментальних аналізів.

Для курсового проекту показники забруднень беруть із завдання або з [2 – 4, 6 та ін.]. За цими джерелами так само встановлюють допустимі концентрації отруйних та токсичних речовин.

Необхідний ступень по завислих речовинах визначають:

;

де - концентрація завислих речовин у неочищених стічних водах;

- допустимий вміст завислих речовин у стічних водах при скиданні у водойму або міські мережі.

;

де - допустиме збільшення концентрації завислих речовин у воді водойми або

водовідвідній системі [1 – 4] ;

- коефіцієнт змішування [2,3];

- витрата води у водоймі або у водовідвідній мережі, м3/с;

- середня витрата стічних вод, м3/с;

- вміст завислих речовин у воді водойми або у водовідвідної мережі (колекторі), г/м3.

Необхідний ступінь очищення по БПК20, %:

;

де - БПК20, відповідно забруднених та очищених стічних вод, г/м3;

;

де - константи процесу [1,2,12] ;

- гранично допустимі концентрації БПК20 у розрахунковому створі водойми або

мережі водовідведення [1,2,12], г/м3;

- БПК20 у водоймі або міській мережі, г/м3.

Необхідний ступінь очищення враховує санітарні вимоги, обмежуючи підвищення літньої температури водойми внаслідок скиду стічних вод:

;

де - максимальна температура стічних вод, при якій додержуються санітарні вимоги

відносно температури води у розрахунковому створі ;

- максимальна температура водойми до місця скиду стічних вод у літній час.

Необхідний ступінь очищення по зміні активної реакції рН води визначається виходячи з умов, що за допустимими нормами рН стічних вод у основному колекторі, куди скидають промислові стічні води або у воді водойми після змішування повинна бути у межах 6,5...8,5.

Виходячи із умов змішування скидних стічних вод із водою водойми визначають їх допустимий вміст кислоти Св.к. або лужності Св.л.:

;

де Ск , Сл - максимальна концентрація кислоти або лугу, яка може бути нейтралізована

у 1 л води водойми або стічних вод у основному колекторі водовідведення в умовах, що у

розрахунковому створі значення рН залишиться у межах санітарних потреб, значення Ск

та Сл визначають за графіком [3,стор.58].

*2.2.Вибір методу очищення*

Для очищення промислових стічних вод, які містять різні за складом і концентрацією забруднюючі речовини, розроблений ряд методів, які можна розділити на такі групи:

механічна – усереднювання, проціджування, відстоювання, фільтрація, розділення у відцентрованому полі;

хімічна – нейтралізація, окислення;

фізико-хімічна – коагуляція, екстракція, евапорація, сорбція, іонний обмін, електрокоагуляція, флотація;

біохімічна – аеробне окислення, анаеробне зброджування.

Вибирати метод очищення потрібно з урахуванням складу, властивостей та концентрації домішок у стічних водах на основі техніко-економічних розрахунків.

*2.3.Розрахунок очисних споруд*

Розрахунок усереднювачів. Для регулювання коливань витрат та концентрації стічних вод застосовують усереднювачі, що забезпечують надійну та ефективну роботу систем водовідведення та дозволяють досягти економії капітальних витрат.

Існують різні конструкції усереднювачів. Найбільш широко використовують усереднювачі, які працюють за принципом диференціювання потоку, радіальні відстійники-усереднювачі та усереднювачі з перемішуванням води барботуванням (при концентрації завислих речовин до 500 мг/л). При залпових скидах стічних вод застосовують, переважно, усереднювачі з диференціюванням потоку.

Місткість усереднювачів розраховують:

; [2]

де - витрата стічних вод, м3/год;

- тривалість залпового скиду, год;

- коефіцієнт усереднення.

;

де - максимальна концентрація забруднень при залповому скиді;

- середня концентрація забруднень у стічній воді за умовами праці наступних споруд;

- допустима концентрація забруднень у стічних водах за умовами праці наступних

споруд.

При залповому скиданні місткість усереднювача з перемішуючим обладнанням:

;

при К≥5:

.

Необхідна кількість повітря поданого до усереднювачів за 1 годину, м3/год:

;

де - питома інтенсивність барботування м3/год на 1 м довжини барботера;

- довжина барботера, м;

- кількість барботерів

***Приклад.*** Розрахувати усереднювач за концентрацією забруднень по завислих речовинах, для стічних вод м’ясопереробного цеху при таких вихідних даних:

- 150 м3/год; - 2000 мг/л; - 1300 мг/л; - 1500 мг/л.

Тривалість залпового скиду – 7 год

.

Необхідна місткість усереднювача:

м3.

Приймаємо усереднювач із такими розмірами 1,5х1,5х6 , об’ємом 13,5 м3-однієї секції. Необхідна кількість секцій:

76 : 13,5 = 5,6 шт.

Приймаємо усереднювач із шести секцій.

Потужність однієї секції 150 : 6 = 25 м3/доб або приблизно 1м3/год.

Швидкість поздовжнього руху води:

; мм/с.

*Розрахунок відстійників*

Підвищений ефект очищення стічних вод може бути досягнутий при використанні відстійників із периферійним випуском та поличними блоками([3], рис.2,25).

Діаметр відстійника

;

де - загальна витрата стічних вод, м3/год;

- кількість відстійників, прийнята за [1,3,4];

- Коефіцієнт використання проточної частини відстійника [1], табл.31;

- гідравлічна крупність, мм/с [1];

;

де - глибина проточної частини відстійника, м, приймається за [1], табл.31 ;

- тривалість відстоювання в спокої відповідна заданому ефекту і отримана у лабораторному циліндрі, висотою , приймається за [1], табл. 30; для суспензій зі складом забруднюючих речовин відмінним від складу міських стічних вод,  приймають за [2,3,4,9];

- показник ступеня, що залежить від агломерації речовин у процесі осідання [1;2].

Для речовин, близьких за складом до речовин міських стічних вод можна приймати за [1] (рис. 2), а для інших категорій стічних вод – за спеціальною літературою.

- турбулентна складова, мм/с, приймається за [1];

Проектна потужність відстійника [1]:

, м3/год,

де - діаметр центральної труби, м.

При застосуванні тонкошарових блоків за протитечійною схемою:

, м3/год,

де - ширина тонкошарового блоку,м;



- швидкість робочого потоку, мм/с, приймається за [1], табл.31;

- висота тонкошарового блоку,м, приймається за [1,3].

Довжина тонкошарового блоку, м:

;

де - висота шару відстоювання у ярусі, м, приймається за [1,3];

- коефіцієнт виносу частинок [3], табл.28;

Кількість осаду , утвореного при відстоюванні, залежить від концентрації завислих речовин у вхідній (, г/м3) та освітленій (, г/м3) воді [1], м3/год:

;

де - витрата стічних вод, м3/год;

- вологість осаду, %, приймається за [1,3];

- густина осаду, г/см3 [1,3].

***Приклад.*** Розрахувати вертикальний відстійник із низхідно-висхідним потоком рідини для очищення стічних вод шовкового комбінату при таких вихідних даних: концентрація завислих речовин, відповідно, початкова - 400 мг/л, кінцева - 150 мг/л, витрата стічних вод - 2000 м3/доб.

Необхідний ефект відстоювання:

.

Тоді, згідно, з [1], =2700 с.; .

Гідравлічна крупність речовин [1]:

≈3,5 мм/с.

Беремо два робочі відстійники.

Тоді:

м.

Визнаємо, що відстійник =4,5 м, при цьому потужність одного відстійника:

м3/год,

що перевищує потрібну: м3/год.

Вважаємо, що два відстійника =4,5 м за т.п. 902-2-354 або конструюємо за допомогою літератури [1.2].

**Нафтовловлювач**

Нафтовловлювач застосовується для очищення стічних вод, вміщуючих грубодисперговану нафту та нафтопродукти. Найбільше поширення отримали горизонтальні нафтовловлювачі глибиною 1...2 м і шириною секції 3-6 м.

Розрахунковим параметром є необхідна довжина проточної частини нафтовловлювача [2.9]:

,

де - коефіцієнт турбулентності потоку [2];

- швидкість руху стічної води, =3...10 мм/с ,

- швидкість спливання нафтових частинок на вільну поверхню, яка визначається їх крупністю та щільністю.

***Приклад.*** Розрахувати нафтовловлювач при таких вихідних даних:

=14000 м3/доб; Снафт г/м3.

Приймаємо =0,46 мм/с [2, стор.31], при =0,735 кг/м3;

*D*част=70мкм; ; тоді =1,53.

 м.

Місткість однієї секції нафтовловлювача:

м3.

Відповідно до вимог [1] візьмемо чотири нафтовловлювача. Їх спільний об’єм становитиме 1200 м3. Тривалість процесу виділення нафтопродуктів:

 год,

що відповідає вимогам [1,2].

Для розділу грубодисперсних домішок, присутніх у промислових стічних водах, застосовують відкриті та напірні гідроциклони [2,3,9].

***Приклад*.** Розрахувати відкритий гідро циклон для попереднього очищення шахтних стічних вод при =3000 м3/доб. і початковій концентрації завислих речовин  =400 мг/л.

; [2,8,9,11,13]

 мм/с;

де - діаметр часток забруднень,  = 2 мм ;

- різниця між щільністю часток та води, =0,02;

- в’язкість води, Па.

При > 2,0 мм/с найбільш ефективними є відкриті гідроциклони.

Питоме гідравлічне навантаження:

;  м3/м2 год;

де  - коефіцієнт пропорційності, приймають за [3]; =0,61.

Потужність одного гідроциклона:



де - діаметр гідроциклона, приймають за [3], табл. 2. 10; =2 м. (типове рішення),

тоді:

Необхідна кількість гідро циклонів:

; .

Застосовують п’ять гідро циклонів.

**Нейтралізація стічних вод.**

Якщо у забруднених стічних водах, що надходять у водойму або міські мережі водовідведення параметр рН нижче 6,5 або вище за 8,5, то вони повинні підлягати нейтралізації. Найбільш часто застосовують взаємну та реагентну нейтралізацію.

При взаємній нейтралізації:

;