

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**КОМПЛЕКСНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА**  
**З ДИСЦИПЛІНИ "Аналіз ефективності роботи систем водопостачання**  
**та водовідведення"**

Галузь знань: **19 АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО**

(шифр та назва )

Спеціальність: **192 БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ**

(шифр та назва і)

Освітня програма **192.00.13 ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

Розглянуто на засіданні кафедри \_\_\_\_\_  
пр. № \_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

**Варіант №1**

1. Визначити причини забивання каналізаційних трубопроводів.

**Відповідь:**

Причинами забивань трубопроводів можуть бути як неякісно виконана робота, так і помилки, що закладені в проектах.

Розглянемо фактори, що найбільше впливають на частоту утворення засмічень.

1. Діаметри труб.

Забивання труб малих діаметрів пов'язане випадковим попаданням у мережу великих предметів. Цілком ясно, що частота забивань тим більша, чим менший діаметр труб. Так, труби діаметром 150 мм засмічуються у 2,5 рази частіше, ніж діаметром 200, а останні у 2 рази частіше, ніж діаметром 250 мм; таке ж співвідношення для діаметрів 200 та 250 мм. Труби діаметром 500 мм майже не забиваються. Крім того, труби внутрішньоквартальної каналізації мають частоту засмічування у 3...4 рази більшу, ніж вуличної мережі. Причин цього багато. Внутрішньоквартальну мережу прокладають найчастіше у зеленій зоні та на невеликій глибині, тому в колодязі проростають корені дерев, що приводить до засмічування і навіть до закупорювання труб.

Жири, що попадають з кухонних мийок, охолоджуються, налипають на стінки труб, тим самим звужуючи живий перетин і зменшуючи пропускну спроможність труб.

У дворах і зеленій зоні колодязі руйнуються автомобільним транспортом, що тимчасово паркується. У мережу попадають випадкові великі предмети: цегла, гілки, пакети тощо. Вони затримуються на початкових ділянках мережі, забивають труби. При очищенні ці

предмети вилучають із труб, тому вони значно рідше попадають у вуличну мережу.

## 2. Ухили труб .

Аналіз роботи труб діаметром 150...300 мм показує, що при збільшенні ухилу від мінімального, визначеного за спрощеною формулою  $i=1/d$ , частота забивань суттєво зменшується.

Для труб діаметром 300 мм і більше збільшення ухилів майже не впливає на частоту забивань. Навпаки, для труб діаметром 150 і 200 мм при збільшенні ухилу від 0,007 до 0,003 частота забивань зменшується у 2 рази.

Подальше зменшення ухилів приведе до значного збільшення частоти забивань труб.

## 3. Наповнювання труб.

Зіставлення частоти забивання труб із їх наповнюванням показало, що при збільшенні наповнювання від 0,4 до 0,8 частота забивань зменшується всього на 20...20 %.

## 4. Аналіз фракційного складу осадків.

Із засмічених трубопроводів у різних населених пунктах (Суми, Чернігів, Київ) були проаналізовані осадки за фракційним складом. Отримані дані добре коригують між собою: більше за 95 % осадку має розмір менший за 3 мм; більше 70% - менше 1 мм; фракції 0,5 мм більше 50 %. Слід відзначити, що приблизно 9 % осадку складає фракція з розміром менше 0,25 мм, якої, виходячи із теоретичних посилок, в трубах не повинно бути.

Середньозважена величина осадку становить 1,04 мм. При зіставленні осадків із труб одного діаметру, але укладених з різним ухилом, можна зробити висновок що при збільшенні ухилу у осадках збільшується доля крупних фракцій піску.

## 2. Відповіді на тестові завдання:

2.1. Що є головною причиною виходу з ладу системи газоочисток та зупинки конвертерного виробництва?

### **Відповідь:**

А) інтенсивне утворення  $\text{CaCO}_3$ , що осаджується на стінках труб Вентурі/

2.2. Який склад забруднень є характерним для стічних вод газоочисток мартенівських печей?

### **Відповідь:**

Г) дисперсні речовини концентрацією від 2 до 10 г/л,  $\text{pH}=4-6$  .

2.3. Як здійснюється очистка стічних вод, утворених при виробництві горячого прокату?

### **Відповідь:**

В) у три ступеня: первинні відстійники - відстійники-флотатори - піщані або гравійні фільтри.

## 3. Вирішити задачу.

Визначити кількість радіальних відстійників  $N$  для освітлення стічних вод після газоочисток доменного цеху.

Вихідні дані:

Розрахункова витрата  $Q=1000 \cdot N_{\text{в}} \text{ вар.}, \text{ м}^3/\text{год};$

діаметр відстійника  $D=12 \text{ м},$  де  $N_{\text{в}} \text{ вар.}$  – номер завдання.

**Відповідь:**

1. Приймавши питоме навантаження  $q = 3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}$ , визначимо загальну

площу, необхідну для відстоювання:

$$F = \frac{Q}{q} = \frac{1000 \text{ м}^3}{3,2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}} = 312,5 \text{ м}^2$$

2. Площа відстійника діаметром  $D = 12 \text{ м}:$

$$F_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 12^2}{4} = 113,04 \text{ м}^2$$

3. Необхідна кількість відстійників:

$$N = \frac{F}{F_1} = \frac{312,5 \text{ м}^2}{113,04 \text{ м}^2} \approx 3 \text{ шт.}$$

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**КОМПЛЕКСНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА**  
**З ДИСЦИПЛІНИ "Аналіз ефективності роботи систем водопостачання**  
**та водовідведення"**

Галузь знань: **19 АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО**

(шифр та назва )

Спеціальність: **192 БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ**

(шифр та назва і)

Освітня програма **192.00.13 ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕННЯ**

Розглянуто на засіданні кафедри \_\_\_\_\_  
пр. № \_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Варіант №2**

1. Дати характеристику категоріям споживання води у виробництві.

**Відповідь:**

У цілому водоспоживання у виробництві можна класифікувати так: охолодження, промивання, пароутворення, гідротранспорт, у складі продукції. В залежності від ролі, що виконує вода у системах виробничого водопостачання, її можна поділити на чотири категорії:

- Вода I категорії використовується для охолодження обладнання і продукту в теплообмінних апаратах (без контакту з продуктом). Вода тільки нагрівається і практично не забруднюється.
- Вода II категорії використовується як середа, що поглинає та транспортує домішки, без нагрівання (збагачення корисних копалин, гідротранспортування). Вода забруднюється механічним та розчинними домішками, але не нагрівається.
- Вода III категорії використовується також як середа, що поглинає та транспортує механічні та розчинні домішки, з нагріванням (уловлювання та очистка газів, гасіння коксу та інше).
- Вода IV категорії використовується в якості розчинника реагентів, наприклад при флотаційному збагаченні копалин тощо.

2. Відповіді на тестові завдання:

2.1. В чому полягає особливість очистки води для систем гідрозмиву окалини?

**Відповідь:**

Б) застосування спеціальної технології, щоб концентрація завислих речовин була знижена до величини менший за 20 мг/л.

2.2. Які методи є характерними для очистки стічних вод станів холодної прокатки ?

**Відповідь:**

Д) флотація – нейтралізація до рН = 7–7,5 .

2.3. Основні забруднення стічних вод коксхімічного виробництва:

**Відповідь:**

Є) феноли, аміак і смоли.

3. Вирішити задачу.

Визначити кількість радіальних відстійників  $N$  для освітлення стічних вод після газоочисток доменного цеху.

Вихідні дані:

Розрахункова витрата  $Q=1000 \cdot N_{\text{вар.}}, \text{ м}^3/\text{год}$ ;

діаметр відстійника  $D=12 \text{ м}$ , де  $N_{\text{вар.}}$  – номер завдання.

**Відповідь:**

Прийнявши питоме навантаження  $q = 3,2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}$ , визначимо загальну площу, необхідну для відстоювання:

$F = \frac{Q}{q} = \frac{2000 \text{ м}^3}{3,2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}} = 625 \text{ м}^2$

**2. Площа відстійника діаметром  $D = 12 \text{ м}$ :**

$$F_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 12^2}{4} = 113,04 \text{ м}^2$$

**3. Необхідна кількість відстійників:**

$$N = \frac{F}{F_1} = \frac{625 \text{ м}^2}{113,04 \text{ м}^2} \approx 6 \text{ шт.}$$

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**КОМПЛЕКСНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА**  
**З ДИСЦИПЛІНИ "Аналіз ефективності роботи систем водопостачання**  
**та водовідведення"**

Галузь знань: **19 АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО**

(шифр та назва)

Спеціальність: **192 БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ**

(шифр та назва і)

Освітня програма **192.00.13 ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

Розглянуто на засіданні кафедри \_\_\_\_\_  
пр. № \_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Варіант №3**

1. Проаналізувати особливості проектування мереж водовідведення.

**Відповідь:**

При проектуванні слід приділяти увагу вибору мінімального діаметру труб, призначенню розрахункових наповнювань та мінімальних швидкостей. Згідно із будівельними нормами мінімальний діаметр труб призначається із конструктивних міркувань для внутрішньоквартальної мережі 150 мм, для вуличної – 200мм. З досвіду експлуатації каналізаційних мереж відомо, що труби діаметром 150 мм забиваються частіше, ніж діаметром 200 мм, у 2,5 рази. З урахуванням того, що при збільшенні діаметру зменшується мінімальний ухил, Нікаєвим зроблені розрахунки залежності приведених витрат на устрій і експлуатацію трубопроводів від діаметру при незмінній витраті стічних вод, для безрозрахункових ділянок. Для забезпечення однакових умов самоочищення ухили призначали так, щоб швидкості були однаковими: відносно наповнювання було не однаковим, але абсолютні глибини приблизно рівні. При визначенні експлуатаційних витрат враховували зменшення частоти забивань і відповідно трудових витрат на їх ліквідацію. В результаті було встановлено, що мінімальні приведені витрати відповідають трубі діаметром 200 мм. Таким чином, при проектуванні реконструкції мереж водовідведення доцільно відмовитись від труб діаметром 150 мм для внутрішньоквартальної мережі, а призначити мінімальний діаметр 200 мм. Це вже широко практикується при реконструкції каналізації Києва, Харкова, Запоріжжя та інших міст.

Для труб діаметром 200...300 мм призначається мінімальне наповнювання 0,6. Найбільші коливання витрати в годину максимального водовідведення становить 20 % для труб діаметром 200мм.

Виходячи із того, що найкращі гідравлічні умови течії при наповнюванні приблизно 0,8, доцільно було б збільшити розрахункове

наповнювання, але не до 0,8, а до приблизно 0,7...0,75. Для інших труб більшого діаметру наповнювання за діючими будівельними нормами близьке до оптимального.

Мережі водовідведення працюють в умовах перемінної притоки стічних вод. Для забезпечення нормальних умов експлуатації при розрахунках дотримуються двох умов: при максимальній витраті стічних вод наповнювання повинне бути не більшим за максимально-припустиме, а швидкість – не менша за самоочищувальну. В режимі самоочищування мережа працює тільки у години з максимальною витратою стічних вод. В інші години, коли витрати менші, зменшується швидкість і у трубах починається випадіння осаду. Такий режим триває приблизно півдобу. При підвищенні витрати стічних вод частина піску, що осіла, розмивається, а частина залишається у трубах вздовж потоку. Таким чином, каналізаційні мережі фактично працюють в перемінному донно-грядовому режимі з поступовим накопичуванням осаду в трубах.

Можна вважати, що у відповідності до прийнятої практики проєктування, мережі, особливо малого діаметру, приречені на забивання, бо формули визначають швидкість, за якою пісок не випадає в осадок. Для змулювання осаду потрібні значно більші швидкості.

Із врахуванням викладеного вище, слід призначати мінімальні швидкості, що забезпечують розмивання осадків при максимальній притоці стічних вод

$$v = 7,61 \left( H / k_5 \right)^{1/12} \cdot K^{1/2} \lg 8,8 \left( H / k_5 \right)$$

Швидкості, призначені за СНіПом, забезпечують розмиваючі швидкості для труб діаметром 500 мм і більше, і донно-грядовий режим із збільшенням розмірів гряд для труб менших діаметрів.

2. Відповіді на тестові завдання:

2.1. Метод евапорації – це

**Відповідь:**

Є) метод, при якому аміак відганяється за допомогою пари.

2.2. В чому полягає особливість очистки стічних вод коксохімічних підприємств?

**Відповідь:**

Б) механічне очищення - флотація - біологічна очистка стічних вод від.

2.3. Для стічних вод якого складу є ефективним застосування електрохімічної коагуляції?

**Відповідь:**

В) для обробки стічних вод, що містять емульговані частинки масел, жирів і нафтопродуктів, хромати, фосфати.

3. Вирішити задачу.

Визначити кількість радіальних відстійників  $N$  для освітлення стічних вод після газоочисток доменного цеху.

Вихідні дані:

Розрахункова витрата  $Q=1000 \cdot \text{№ вар.}, \text{ м}^3/\text{год}$ ;

діаметр відстійника  $D=24 \text{ м}$ , де  $\text{№ вар.}$  – номер завдання.

**Відповідь:**

1. Приймавши питоме навантаження  $q = 3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}$ , визначимо загальну

площу, необхідну для відстоювання:

$$F = \frac{Q}{q} = \frac{1000 \cdot \text{№ вар.}}{3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}} = 937.5 \cdot \text{№ вар.} \text{ м}^2$$

2. Площа відстійника діаметром  $D=24 \text{ м}$ :

$$F_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 24^2}{4} = 452 \text{ м}^2$$

3. Необхідна кількість відстійників:

$$N = \frac{F}{F_1} = \frac{937.5 \cdot \text{№ вар.}}{452 \text{ м}^2} \approx 2 \cdot \text{№ вар.}$$



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**КОМПЛЕКСНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА**  
**З ДИСЦИПЛІНИ "Аналіз ефективності роботи систем водопостачання**  
**та водовідведення"**

Галузь знань: **19 АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО**

(шифр та назва )

Спеціальність: **192 БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ**

(шифр та назва і)

Освітня програма **192.00.13 ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕННЯ**

Розглянуто на засіданні кафедри \_\_\_\_\_  
пр. № \_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Варіант №4**

1. Охарактеризувати особливості улаштування мереж промислового водовідведення.

**Відповідь:**

Особливістю відведення промислових стічних вод є скупчення підземних комунікацій, можливість транспортування агресивних та вибухонебезпечних речовин. Нерівномірність стоку та ін..Для транспортування застосовують закриті трубопроводи. Відкриті лотки, канали різних форм перерізу. для відводу виробничих вод. відкачуваног активного мулу допускається застосування труб діаметром не менше 150 мм, для вуличні мережі побутових стоків і дощових вод -200 мм; для вуличної дощової і загально сплавної мережі-250 мм.

Самопливні каналізаційні трубопроводи виконуються з керамічних, азбестоцементних, залізобетонних, бетонних, чавунних і пластмасових труб. Для транспортування агресивних стічних вод застосовують кислототривкі керамічні, полімерні труби. Напірні трубопроводи будують із залізобетонних, азбестоцементних, полімерних, чавунних, сталевих труб. Канали для транспортування агресивної рідини захищають ізолюючими матеріалами-фарбами, футеруванням та ін...

Вентиляція мережі здійснюється шляхом природної витяжки забрудненого повітря через стояки внутрішньої каналізації будинків, виведені через дах. Свіже повітря у мережу надходить через нещільності люків оглядових колодязів. Витяжні пристрої передбачають у верхніх камерах дюкерів, у перепадних колодязях. На колекторах, відводах від будівель витяжні стояки встановлюють не рідше, ніж через 250 м, діаметр стояків приймають 300 мм, висоту-не менше 5 м. в якості стояків допускається використання залізобетонних труб, які одночасно використовують для підвіски проводів. При відповідному обґрунтуванні на

виробничих колекторах влаштовується механічна витяжна вентиляція (магістральні відвідні колектори глибокого закладання).

Для виробничої мержі забруднених вод при рівномірному випуску приймаються наповнення:  $D=150-300\text{мм}-h/d=0,7$ ;  $D=350-400\text{ мм}- h/d=0,8$ ;  $D=500-900\text{ мм}- h/d=0,85$  діаметр більше 900 мм-  $h/d=0,95$ .

Швидкість, для якої спостерігається самоочищення для побутових та близьких до них за характером забруднень виробничих стічних вод приймається за виразом  $V = 0,12 \times d^{0,33}$  м/с. найбільша швидкість руху виробничих стічних вод в металевих трубах 8 м/с, в неметалевих-4 м/с. При глибині води в каналі менше 0,25 м, та більше 1 м, швидкість відповідно знижується на 15%, та підвищується на 25 %. Для забезпечення швидкості самоочищення ухили призначаються для діаметру труб 150 мм не менше 0,008, для труб діаметру 200 мм- не менше 0,005.

2. Дати відповіді на тестові завдання:

2.1. Яка доза поліакриламідну ПАА для очищення промислових стічних вод є оптимальною? коливається в межах 0,4...1 м/м<sup>3</sup> .?

**Відповідь:**

Б) в межах 0,4...1 м/м<sup>3</sup> .

2.2. Які фактори найбільше впливають на частоту утворення засмічень?

**Відповідь:**

А) діаметри, ухили труб та наповнювання труб.

2.3. Який діаметр труб найбільш доцільно призначати для внутрішньоквартальної мережі?

**Відповідь:**

Д) призначати мінімальний діаметр 200 мм.

3. Вирішити задачу.

Визначити кількість радіальних відстійників  $N$  для освітлення стічних вод після газоочисток доменного цеху.

Вихідні дані:

Розрахункова витрата  $Q=1000 \cdot N_{\text{в}} \text{ вар.}, \text{ м}^3/\text{год}$ ;

діаметр відстійника  $D=30\text{ м}$ , де  $N_{\text{в}} \text{ вар.}$  – номер завдання.

**Відповідь:**

1. Приймавши питоме навантаження  $q = 3,2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}$ , визначимо загальну

площу, необхідну для відстоювання:

$$F = \frac{Q}{q} = \frac{4000 \text{ м}^3}{3,2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}} = 1250 \text{ м}^2$$

2. Площа відстійника діаметром  $D=30\text{ м}$ :

$$F_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 30^2}{4} = 706.5 \text{ м}^2$$

**3. Необхідна кількість відстійників:**

$$N = \frac{Q}{F_1} = \frac{1250 \text{ м}^3}{706.5 \text{ м}^2} \approx 2 \text{ шт.}$$

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**КОМПЛЕКСНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА**  
**З ДИСЦИПЛІНИ "Аналіз ефективності роботи систем водопостачання**  
**та водовідведення"**

Галузь знань: **19 АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО**

(шифр та назва )

Спеціальність: **192 БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ**

(шифр та назва і)

Освітня програма **192.00.13 ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

Розглянуто на засіданні кафедри \_\_\_\_\_  
пр. № \_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

### Варіант №5

1. Пояснити інтенсифікацію процесу чистки виробничих стічних вод при застосування гідроциклонів.

#### **Відповідь:**

Застосування відкритих гідроциклонів, а також радіальних відстійників з камерам флокуляції циклонного типу дозволяє інтенсифікувати процес очистки стічних вод за рахунок посиленої градієнтної коагуляції в обертальному потоці води.

Відкриті гідроциклони доцільно застосовувати для прояснення значно невеликої кількості стічних вод (не більше за 100-200 м<sup>3</sup>/ч) зі значною концентрацією завислих речовин і які володіють високими флокуляційними властивостями.

У відкритому гідроциклоні за рахунок тангенціальної подачі води забезпечується обертання всього об'єму води, що знаходиться у апараті. Швидкості руху води при цьому значно менше, ніж у напірних гідроциклонах, тому вони забезпечують не відкидання часток до стінок апарату, а їх укрупнення в процесі повільного обертально-поступального руху.

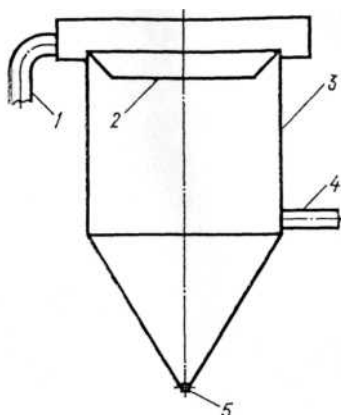


Рис.9.1 - Відкритий безнапірний гідроциклон

1-відвод освітленої води; 2- діафрагма;

3- корпус; 4- підвід забрудненої води;

5-відвід шламів

У нижній частині відкритого гідроциклону чиниться швидке укрупнення частить за рахунок кінетичної та градієнтної коагуляції. Завислі речовини, укрупнені в процесі такого руху, тобто укрупнені флокули, випадають у конусну частину і потім відводяться через шламовий отвір. Вода, що очищується піднімається уверх, проходить в отвір конусної діафрагми та переливається в кільцевий водозбірний лоток, а потім очищена вода відводься на подальшу обробку. По мірі переміщення уверх градієнти швидкостей зменшуються і діється подальше укрупнення частить. Наявність діафрагми сприяє розширенню потоку води та видаленню завислих речовин.

На рис. 9.1 представлена схема відкритого гідроциклону традиційної конструкції.

Відкритий гідроциклон працює наступним чином. Завдяки тангенціальній подачі води у апарат, вона набуває обертально - поступовий рух, який сприяє укрупненню, флокуляції завислих часток. Укрупненню частить сприяє також те, що вода, яка очищується і домішки, які осаджуються рухаються на зустріч одна одній. Така гідродинаміка апарату дозволяє добитись значної інтенсифікації процесу очистки у порівнянні з вертикальними відстійниками та освітлювачами із завислим шаром.

2. Дати відповіді на тестові завдання:

5.1. Який спосіб є найбільш ефективним для збільшення продуктивності вертикальних відстійників у 1.5-2 рази?

**Відповідь:**

В) реконструкція у відстійники з низхідно-висхідним потоком.

5.2. При яких умовах рекомендується застосування преаерації?

**Відповідь:**

Д) при вмісті завислих речовин більше 300 мг/л.

5.3. З яких елементів складаються системи промислового водовідведення?

**Відповідь:**

Є) водоприймальні ємності, мережі водовідведення, насоси, очисні споруди, випуски.

3. Вирішити задачу.

Визначити кількість радіальних відстійників  $N$  для освітлення стічних вод після газоочисток доменного цеху.

Вихідні дані:

Розрахункова витрата  $Q=1000 \cdot N_{\text{в}} \text{ вар.}, \text{ м}^3/\text{год};$

діаметр відстійника  $D=24 \text{ м}, \text{ де } N_{\text{в}} \text{ вар.} - \text{ номер завдання.}$

**Відповідь:**

1. Приймавши питоме навантаження  $q = 3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}$ , визначимо загальну площу, необхідну для відстоювання:

$$F = \frac{Q}{q} = \frac{5000 \text{ м}^3}{3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}} = 1562.5 \text{ м}^2$$

2. Площа відстійника діаметром  $D=24\text{м}$ :

$$F_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 24^2}{4} = 452 \text{ м}^2$$

3. Необхідна кількість відстійників:

$$N = \frac{F}{F_1} = \frac{1562.5 \text{ м}^2}{452 \text{ м}^2} \approx 4 \text{ шт.}$$

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**КОМПЛЕКСНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА**  
**З ДИСЦИПЛІНИ "Аналіз ефективності роботи систем водопостачання**  
**та водовідведення"**

Галузь знань: **19 АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО**

(шифр та назва)

Спеціальність: **192 БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ**

(шифр та назва і)

Освітня програма **192.00.13 ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

Розглянуто на засіданні кафедри \_\_\_\_\_  
пр. № \_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

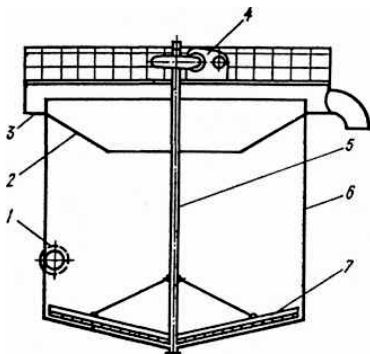
**Варіант №6**

1. Дати рекомендації щодо удосконалення традиційної конструкції гідроциклону.

**Відповідь:**

Ефект работ гідро циклону значно збільшується при використанні коагулянтів. Так, стосовно до стічних вод газо очисток мартенівських печей та конверторів для досягання необхідної ефективності очистки (150 мг/л у проясненій воді) навантаження без коагуляції складає  $5,6 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{ч}$ , а з застосуванням коагулянтів –  $12 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{ч}$ .

Удосконаленням традиційної конструкції відкритого гідро циклону є конструкція флокулятора – апарата, в якому суміщені конструктивні елементи відкритого гідро циклону та радіального відстійника. Діаметр флокулятора 12 м, висота 12 м. Продуктивність такого флокулятора – близько  $1000 \text{ м}^3 / \text{год}$ . Встановлено, що у флокуляторі з плоскою діафрагмою та розосередженим впуском води вміст завислих речовин (150 мг/л) на 1 л проясненої води досягається при навантаженні до  $15 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{ч}$ . Найкращі результати прояснення вод отримують при навантаженні  $10-11 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{год}$ .



Удосконаленням конструкції гідроциклону є гідроциклон-флокулятор із плоским дном. З цього апарату шлам видаляють механічним шляхом за допомогою скребка з

приводним механізмом через шламовий отвір у дніщі (рис. 1)

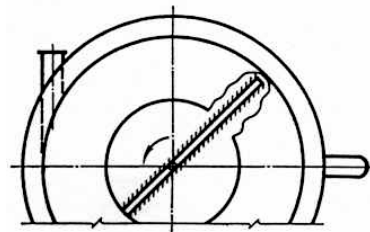


Рис.1 - Гідроциклон-флокулятор:

1-тангенціальний патрубков; 2- конічна діафрагма; 3 лоток проясненої води; 4-електропрвід; 5- робочий вал; 6-корпус; 7- ферма для згрібання осаду.

Робота флокулятора досліджена стосовно до стічних вод газоочисток доменних печей металургійного заводу. Необхідний ефект прояснення (150 мг/л) може бути отриманий при питомому гідравлічному навантаженні  $9 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{ч}$ .

Гідроциклон та гідроциклон-флокулятор, які володіють завищеною продуктивністю у порівнянні зі звичайними відстійниками спорудами, полегшують створення локальних систем оборотного водопостачання, оскільки завдяки невеликим габаритам можуть бути компактно розміщені поблизу цехів навіть в умовах діючих підприємств.

Для очищення значних витрат стічних вод можливо також застосування відстійників з камерою пластівцеутворення гідроциклонного типу (рис. 2).

Діаметр відстійника – 30 м. Камера пластівцеутворення має циліндричну форму діаметром 10м. Цей відстійник можна застосовувати також для очистки січних вод, які містять окрім завислих речовин масло (наприклад, для очистки стічних вод цехів гарячої прокатки сталі, що містять окалину та масло).

Вихідна вода, що підлягає фільтруванню не повинна містити більше 150 мг/л завислих речовин і 20-30 мг/л масел. Ефект очистки: концентрація зависі у фільтраті – до 30 мг/л, масло уловлюється до 30%. Швидкість фільтрування – до 60 м/ч, тривалість фільтроциклу – 8-9 ч.

В технології очистки виробничних стічних вод знаходять застосування також сіткові фільтри.

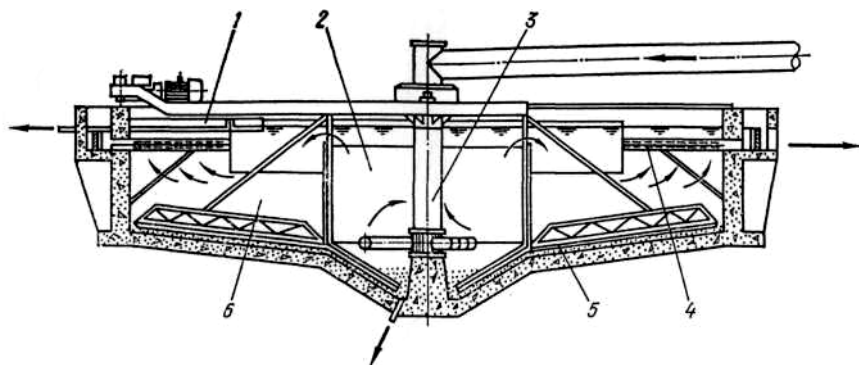


Рис. 2- Відстійник з камерою пластівцеутворення гідроциклонного типу:

1- маслзбірний пристрій; 2- камера пластівцеутворення; 3- розподільчий пристрій; 4-водозбірна система; 5-скребкова ферма; 6-зона осадження



Ефективність роботи відстійника з камерою пластівцеутворення ( $2,5 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{год}$ ) значно перевищує показники горизонтальних та звичайних радіальних відстійників ( $1,2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{год}$ ).

2. Дати відповіді на тестові завдання:

2.1. Від чого залежить норма водоспоживання для виробництва однакової продукції?

**Відповідь:**

Д) якості сировини; технологічної схеми виробництва; застосування обладнання; місцевих умов; якості використаної води.

2.2. При яких умовах застосовують прямоточні системи вдовідведення?

**Відповідь:**

В) коли є потужне джерело водопостачання.

2.3. Які системи водовідведення є оборотними?

**Відповідь:**

Б) системи, в яких вихідна вода використовується, а стічна вода очищається і використовується знову в тому самому виробництві.

3. Вирішити задачу.

Визначити кількість радіальних відстійників  $N$  для освітлення стічних вод після газоочисток доменного цеху.

Вихідні дані:

Розрахункова витрата  $Q = 1000 \cdot N_{\text{в}} \text{ вар.}, \text{ м}^3 / \text{год}$ ;

діаметр відстійника  $D = 24 \text{ м}$ , де  $N_{\text{в}} \text{ вар.}$  – номер завдання.

**Відповідь:**

1. Приймавши питоме навантаження  $q = 3,2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{год}$ , визначимо загальну площу, необхідну для відстоювання:  
$$F = \frac{Q}{q} = \frac{1000 \cdot N_{\text{в}}}{3,2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{год}} = 1875 \text{ м}^2$$

2. Площа відстійника діаметром  $D = 24 \text{ м}$ :  
$$F_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 24^2}{4} = 452 \text{ м}^2$$

**3. Необхідна кількість відстійників:**  
$$N = \frac{F}{F_1} = \frac{1875 \text{ м}^2}{452 \text{ м}^2} \approx 4 \text{ шт.}$$

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**КОМПЛЕКСНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА**  
**З ДИСЦИПЛІНИ "Аналіз ефективності роботи систем водопостачання**  
**та водовідведення"**

Галузь знань: **19 АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО**

(шифр та назва)

Спеціальність: **192 БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ**

(шифр та назва і)

Освітня програма **192.00.13 ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕННЯ**

Розглянуто на засіданні кафедри \_\_\_\_\_  
пр. № \_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Варіант №7**

1. Провести порівняння при якому наповненні спостерігаються найкращі гідравлічні умови течії.

**Відповідь:**

Неповне наповнення труб роздільної системи приймається за низкою міркувань:

- вентиляція мережі
- гідравлічний режим
- забезпечення запасу пропускної спроможності.

Необхідність останнього пояснюється тим, що в майбутньому можливе збільшення щільності забудови, а також нерівномірність притоку стічних вод у межах розрахункової години. Найбільші коливання витрати в годину максимального водовідведення становить 20 % для труб діаметром 200мм.

Виходячи із того, що найкращі гідравлічні умови течії спостерігаються при наповненні приблизно 0,8, доцільно було б збільшити розрахункове наповнення для труб діаметром 200 мм, але не до 0,8, а до приблизно 0,7...0,75, (враховуючи коливання у межах години), щоб не припуститися переповнення мережі та утворення напірного режиму.

Для інших труб більшого діаметру наповнення за діючими будівельними нормами близьке до оптимального.

Для виробничої мережі забруднених вод при рівномірному випуску приймаються наповнення:

Д=150-300мм- $h/d=0,7$ ; Д=350-400 мм-  $h/d=0,8$ ; Д=500-900 мм-  $h/d=0,85$   
діаметр більше 900 мм-  $h/d=0,95$ ;

Для побутової і близької до неї за характером забруднень води виробничої мережі приймаються наповнення:

$D=150-300\text{мм}-h/d=0,6$ ;  $D=350-400\text{ мм}- h/d=0,7$ ;  $D=500-900\text{ мм}- h/d=0,75$ ;  
діаметр більше 900 мм-  $h/d=0,8$ .

2. Дати відповіді на тестові завдання:

2.1. Які основні забруднення є характерними для продувочних вод ?

**Відповідь:**

В) теплове забруднення.

2.2. Застосування яких процесів очистки води достатньо для хімічної підготовки?

**Відповідь:**

А) очистка у відстійниках - фільтрування на механічних фільтрах - з м'якшення води содо-вапняним методом- прояснення пом'якшеної води в освітлювачах із завислим шаром або у вертикальних відстійниках - фільтрування пом'якшеної води на механічних зернистих фільтрах - зм'якшення води на натрій-катіонітових фільтрах-видалення хлоридів та сульфатів на іонообмінних фільтрах .

2.3. Які речовини внаслідок фізико-хімічних перетворень, що зазнають в системах оборотного водопостачання, можуть випадати в осад?

**Відповідь:**

А) сульфат, карбонат кальцію.

3. Вирішити задачу.

Визначити кількість радіальних відстійників  $N$  для освітлення стічних вод після газоочисток доменного цеху.

Вихідні дані:

Розрахункова витрата  $Q=1000 \cdot \text{№ вар.}, \text{ м}^3/\text{год}$ ;

діаметр відстійника  $D=40\text{ м}$ , де  $\text{№ вар.}$  – номер завдання.

**Відповідь:**

1. Приймавши питоме навантаження  $q = 3,2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}$ , визначимо загальну

площу, необхідну для відстоювання:

$$F = \frac{Q}{q} = \frac{1000 \text{ м}^3}{3,2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}} = 2187,5 \text{ м}^2$$

2. Площа відстійника діаметром  $D=40\text{ м}$ :

$$F_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 40^2}{4} = 1256 \text{ м}^2$$

**3. Необхідна кількість відстійників:**

$$N = \frac{F}{F_1} = \frac{2187,5 \text{ м}^2}{1256 \text{ м}^2} \approx 2 \text{ шт.}$$

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**КОМПЛЕКСНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА**  
**З ДИСЦИПЛІНИ "Аналіз ефективності роботи систем водопостачання**  
**та водовідведення"**

Галузь знань: **19 АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО**

(шифр та назва )

Спеціальність: **192 БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ**

(шифр та назва і)

Освітня програма **192.00.13 ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

Розглянуто на засіданні кафедри \_\_\_\_\_  
пр. № \_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Варіант №8**

1. Обґрунтувати раціональне призначення мінімальних швидкостей для забезпечення самоочищення.

**Відповідь:**

Діючі будівельні норми пропонують визначати мінімальні швидкості за формулою Федорова:

$$V=1,57 \sqrt[n]{R}, \quad n = 3,5+0,5R$$

В цій формулі швидкість (критична ) залежить тільки від гідравлічного радіусу (діаметра і відносного наповнювання).

Розглянемо процеси, що мають місце у каналізаційних трубах. Мережі водовідведення працюють в умовах перемінної притоки стічних вод. Для забезпечення транспортуючої спроможності гідравлічний розрахунок проводять за максимальною витратою, що дорівнює добутку від середньої витрати на загальний коефіцієнт нерівномірності. Для забезпечення нормальних умов експлуатації при розрахунках дотримуються двох умов: при максимальній витраті стічних вод наповнювання повинне бути не більшим за максимально-припустиме , а швидкість –не менша за самоочищувальну.

Таким чином, фактично в режимі самоочищування мережа працює тільки у години з максимальною витратою стічних вод. В інші години, коли витрати менші , зменшується швидкість і у трубах починається випадіння осадку. Такий режим триває приблизно півдоби.

При підвищені витрати стічних вод частина піску, що осіла, розмивається, а частина залишається у трубах вздовж потоку. Таким чином, каналізаційні мережі фактично працюють в перемінному донно-грядовому режимі з поступовим накопичуванням осадку в трубах.

Можна вважати, що у відповідності до прийнятої практики проєктування, мережі, особливо малого діаметру, приречені на забивання, бо формули визначають швидкість, за якою пісок не випадає в осадок. Для змулювання осаду потрібні значно більші швидкості.

Дослідження показали, що розрахункова швидкість, за якою не буде відбуватися забивання труб, є функція від діаметру труби  $D$ ; глибини потоку  $H$ ; середнього розміру частинок піску  $K$ ; розміру частинок піску, менше якого в стічних водах міститься 5% осаду  $K_5$ ; і гідравлічної крупності  $U$ .

$$V=f(D,H,K,K_5,U)$$

Самоочищення каналізаційних мереж від частинок піску може бути досягнуто за двох умов:

1. Забезпечення швидкості потоку до величин, необхідних для транспортування піску, у всі періоди роботи ( а не тільки у годину максимального водовідведення);

2. Розмив піску, що випав, при максимальних швидкостях.

Перше твердження потребує деякого уточнення .

За мінімальну розрахункову витрату слід приймати не нічну, а мінімальну денну витрату, бо вночі пісок у мережу майже не надходить: дороги не миють, автотранспортні господарства не працюють, господині не миють підлогу та взуття, тощо.

Якщо розглядати замулений трубопровід з позиції динаміки руслових потоків, можна виділити 6 режимів транспортування піску:

1. Стале положення піску в лотковій частині труби

$$V < V_H = \frac{\lg \frac{8,8H}{k_5} \sqrt{2g(\rho_1 - \rho) \cdot k}}{3,5\rho}$$

де  $V_H$  – швидкість, що незрушує пісок, м/с

$H$  – глибина потоку, м

$\rho_1, \rho$  - густина відповідно піску та води, кг/м<sup>3</sup>

$k = 1.04$ ;  $k_5 = 3,05$  мм

2. Масове зривання та зворотне осідання піску

$$V_H < V < V_3 = \frac{\lg \frac{8,8H}{k_5} \sqrt{2g(\rho_1 - \rho) \cdot k}}{1.7 * \rho}$$

За дослідними даними  $V_3 \approx 1.4V_H$

3. Перехідна область утворення гряд.

$$V_3 < V < V' = 2,5V_H (k_5 / H)^{1/12}$$

4. Донно-грядовий режим

$$V' < V < V'' = 0,75V''' + 0,25V'$$

де  $V'''$  - швидкість, що забезпечує повне змивання гряд

5. Перехідна область, що відповідає розмиванню гряд

$$V'' < V < V''' = 2,5 V_H (H/k_5)^{1/12}$$

6. Повне змивання гряд

$$V > V'''$$

Із врахуванням викладеного вище, слід призначати мінімальні швидкості, що забезпечують розмивання осадків при максимальній притоці стічних вод

$$V = 7,61 (H/k_5)^{1/12} \cdot K^{1/2} \lg 8,8(H/k_5)$$

Швидкості, призначені за СНіПом, забезпечують розмиваючі швидкості для труб діаметром 500 мм і більше, і донно-грядовий режим із збільшенням розмірів гряд для труб менших діаметрів.

2. Дати відповіді на тестові завдання:

2.1. Назвати умови, за яких є доцільним об'єднання промислових стічних вод в один потік:

**Відповідь:**

Д) однакові методи застосовують для очистки обох потоків.

2.2. Назвати який з наступних методів обробки стічних вод відноситься до регенеративних:

**Відповідь:**

В) озонування.

2.3. Який з методів не може бути застосованим для очистки промислових стічних вод від розчинених неорганічних забруднень:

**Відповідь:**

Б) адсорбція.

3. Вирішити задачу.

Визначити кількість радіальних відстійників  $N$  для освітлення стічних вод після газоочисток доменного цеху.

Вихідні дані:

Розрахункова витрата  $Q = 1000 \cdot N_{\text{в}} \text{ вар.}, \text{ м}^3/\text{год};$

діаметр відстійника  $D = 40 \text{ м}$ , де  $N_{\text{в}} \text{ вар.}$  – номер завдання.

**Відповідь:**

1. Приймаючи питоме навантаження  $q = 3,2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}$ , визначимо загальну площу, необхідну для відстоювання:

$$F = \frac{Q}{q} = \frac{1000 \cdot N_{\text{в}}}{3,2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}} = 2500 \text{ м}^2$$

2. Площа відстійника діаметром  $D = 40 \text{ м}$ :

$$F_1 = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 40^2}{4} = 1256 \text{ м}^2$$

3. Необхідна кількість відстійників:

$$N = \frac{F}{F_1} = \frac{2500 \text{ м}^2}{1256 \text{ м}^2} \approx 2 \text{ шт.}$$

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**КОМПЛЕКСНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА**  
**З ДИСЦИПЛІНИ "Аналіз ефективності роботи систем водопостачання**  
**та водовідведення"**

Галузь знань: **19 АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО**

(шифр та назва)

Спеціальність: **192 БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ**

(шифр та назва і)

Освітня програма **192.00.13 ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

Розглянуто на засіданні кафедри \_\_\_\_\_  
пр. № \_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Варіант №9**

1. Проаналізувати процес очистки стічних вод від механічних домішок відстоюванням.

**Відповідь:**

Від механічних домішок стічні води найчастіше очищують відстоюванням. В залежності від кількості стічних вод, що очищуються, характеру зависі та засобу обробки осаду, що виділяється зі стічних вод, обирають тип відстійників (горизонтальних, радіальних, вертикальних) або інших споруд і апаратів.

При обранні типу відстійників необхідно мати на увазі їх деякі експлуатаційні особливості. При значних витратах води горизонтальні відстійники приходиться влаштовувати з багатьма секціями, оскільки зазвичай ширина однієї секції приймається 5-6 м (продуктивність – коло 100-120 м<sup>3</sup>/год). Загальним недоліком таких відстійників є важкість правильного розподілу води по секціям, в результаті чого окремі секції виявляються пере навантаженими і, як слідство цього, в них погіршується очистка. Крім цього, ефект очистки залежить від своєчасного видалення осаду з відстійників.

Згідно з діючими будівельними нормами, розміри відстійників слід визначати за формулами:

$$\text{для горизонтальних відстійників } L = \frac{H}{k \cdot U_0};$$

$$\text{для радіальних відстійників } R = \sqrt{\frac{Q}{3.6\pi \cdot k \cdot U_0}},$$

де  $L$  – довжина горизонтального відстійника, м;

$R_0$  – радіус радіального відстійника, м;

$V$  – середня розрахункова швидкість руху води в проточній частині відстійника, мм/с (приймається 5-10 мм/с для радіальних і горизонтальних відстійників);

$H$  – глибина проточної частини (для горизонтальних відстійників  $H=1,5-3$  м, для радіальних  $H=1,5-5$  м);

$k$  – об'ємний коефіцієнт (для горизонтальних відстійників  $k=0,5$ ; для радіальних  $k=0,45$ );

$Q$  – розрахункова витрата стічних вод, м<sup>3</sup>/год;

$U_0$  – гідравлічна кріпність часток зависі, мм/с.

Для аналізу кінетики осадження дуже є важливим врахування флокуляційних властивостей зависі, тобто схильності до укрупнення при повільно перемішуванні води без додавання коагулянтів. Помітними природними флокуляційними властивостями володіють не всі види завислих речовин. Флокулюємість залежить від хімічного складу завислих речовин, вихідної концентрації твердої фази у стічних водах тощо.

Аналіз флокулюємісті завислих речовин зі стічних вод газоочистки конвертору для виплавки сталі показав, що при відстоюванні проби води у циліндрі кількість часток, що випали за 15 хвилин складає 69,1%, а при тих же умовах, але з повільним перемішуванням, тільки за 1 хвилину їх кількість зростає до 81,3%.

Флокуляційні властивості завислих речовин краще всього проявляються у повільно висхідному потоці води.

Врахування флокуляційних властивостей завислих речовин дозволяє значно збільшити продуктивність споруд та апаратів, що призначені для прояснення води. Вдосконалено декілька конструкцій апаратів і споруд, в яких найкращим образом реалізовані флокуляційні властивості завислих речовин.

Горизонтальні та радіальні відстійники традиційних конструкцій, що застосовуються для очистки стічних вод від механічних домішок мають ряд недоліків: низька продуктивність (питоме гідравлічне навантаження знаходиться у межах  $1-2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{ч}$ ), непристосованість до роботи з коагуляцією та флокуляцією, недосконалість конструкцій (коефіцієнт використання об'єму не перевищує 0,5), періодичне видалення осаду тощо. В горизонтальних відстійниках неможливо організувати безперервне видалення осаду, який випадає, що призводить до порушення їх роботи в часті прояснення води і викликає труднощі при подальшому збезводненні, утилізації або складуванні шламів. Крім цього, їм притаманні недосконалість пристроїв впуску, розподілу та збирання води. Конструктивні удосконалення передбачають покращення гідравлічних режимів роботи відстійників за допомогою систем розосередженого збору проясненої вод, а також створення сприятливих умов для укрупнення частці механічних домішок шляхом влаштування камер флокуляції.



Застосування відкритих гідроциклонів, а також радіальних відстійників з камерам флокуляції циклонного типу дозволяє інтенсифікувати процес очистки стічних вод за рахунок посиленої градієнтної коагуляції в обертальному потоці води.

Відкриті гідроциклони доцільно застосовувати для прояснення значно невеликої кількості стічних вод (не більше за 100-200 м<sup>3</sup>/ч) зі значною концентрацією завислих речовин і які володіють високими флокуляційними властивостями.

2. Дати відповіді на тестові завдання:

**Відповідь:**

Б) адсорбція.

2.2. Назвати технологічну послідовність, яку можна запропонувати для видалення із стічної води колоїдних домішок:

**Відповідь:**

А) коагуляція – флокуляція – фільтрація.

2.3. Визначити при яких умовах встановлюються решітки для затримання крупних забруднень:

**Відповідь:**

Є) перед очисними спорудами, коли стоки подаються самопливом.

3. Вирішити задачу.

Визначити кількість радіальних відстійників  $N$  для освітлення стічних вод після газоочисток доменного цеху.

Вихідні дані:

Розрахункова витрата  $Q=1000 \cdot N_{\text{вар.}}, \text{ м}^3/\text{год}$ ;

діаметр відстійника  $D=24 \text{ м}$ , де  $N_{\text{вар.}}$  – номер завдання.

**Відповідь:**

1. Приймавши питоме навантаження  $q = 3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}$ , визначимо загальну площу, необхідну для відстоювання:  
$$F = \frac{Q}{q} = \frac{9000 \text{ м}^3}{3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}} = 2812.5 \text{ м}^2$$

2. Площа відстійника діаметром  $D=24 \text{ м}$ :

$$F_1 = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 24^2}{4} = 452 \text{ м}^2$$

**3. Необхідна кількість відстійників:**

$$N = \frac{F}{F_1} = \frac{2812.5 \text{ м}^2}{452 \text{ м}^2} \approx 6 \text{ шт.}$$

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**КОМПЛЕКСНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА**  
**З ДИСЦИПЛІНИ "Аналіз ефективності роботи систем водопостачання**  
**та водовідведення"**

Галузь знань: **19 АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО**

(шифр та назва)

Спеціальність: **192 БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ**

(шифр та назва і)

Освітня програма **192.00.13 ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕННЯ**

Розглянуто на засіданні кафедри \_\_\_\_\_  
пр. № \_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Варіант №10**

1. Обґрунтувати при якому притоку слід призначати мінімальні швидкості транспортування стічних вод.

**Відповідь:**

Згідно з діючими будівельними нормами мінімальні швидкості визначаються за формулою:

$$V=1,57 \sqrt[n]{R}, \quad n = 3,5+0,5R$$

Для обґрунтування умов призначення мінімальних швидкостей слід обґрунтувати процеси, що мають місце у каналізаційних трубах. Мережі водовідведення працюють в умовах змінного надходження стічних вод. Для забезпечення транспортуючої спроможності гідравлічний розрахунок проводять за максимальною витратою, що дорівнює добутку від середньої витрати на загальний коефіцієнт нерівномірності. Для забезпечення нормальних умов експлуатації при розрахунках дотримуються двох умов: при максимальній витраті стічних вод наповнювання повинне бути не більшим за максимально-припустиме, а швидкість – не менша за самоочищуючу.

Таким чином, фактично в режимі самоочищення мережа працює тільки у години з максимальною витратою стічних вод. В інші години, коли витрати менші, зменшується швидкість і у трубах починається випадіння осадку. Такий режим триває приблизно півдобу.

При підвищені витрати стічних вод частина піску, що осіла, розмивається, а частина залишається у трубах вздовж потоку. Таким чином, каналізаційні мережі фактично працюють в перемінному донно-грядовому режимі з поступовим накопичуванням осадку в трубах.

Можна вважати, що у відповідності до прийнятої практики проектування, мережі, особливо малого діаметру, приречені на забивання, бо формули визначають швидкість, за якою пісок не випадає в осадок. Для змулювання осаду потрібні значно більші швидкості.

Дослідження показали, що розрахункова швидкість, за якою не буде відбуватися забивання труб, є функція від діаметру труби  $D$ ; глибини потоку  $H$ ; середнього розміру частинок піску  $K$ ; розміру частинок піску, менше якого в стічних водах міститься 5% осаду  $K_5$ ; і гідравлічної крупності  $U$ :

$$V=f(D,H,K,K_5,U)$$

Самоочищення каналізаційних мереж від частинок піску може бути за двох умов:

1. Забезпечення швидкості потоку до величин, необхідних для транспортування піску, у всі періоди роботи ( а не тільки у годину максимального водовідведення);

2. Розмивання піску, що випав, при максимальних швидкостях.

Перше твердження потребує деякого уточнення .

За мінімальну розрахункову витрату слід приймати не нічну, а мінімальну денну витрату, бо вночі пісок у мережу майже не надходить: дороги не миють, автотранспортні господарства не працюють, господині не миють підлогу та взуття, тощо.

Існує 6 режимів транспортування піску:

1. Стале положення піску в лотковій частині труби

2. Масове зривання та зворотне осідання піску

3. Перехідна область утворення гряд.

4. Донно-грядовий режим

5. Перехідна область, що відповідає розмиванню гряд

6. Повне змивання гряд

Із врахуванням викладеного вище, слід призначати мінімальні швидкості, що забезпечують розмивання осадків при максимальній притоці стічних вод

$$V=7,61 \left( \frac{H}{k_5} \right)^{1/12} \cdot K^{1/2} \lg 8,8 \left( \frac{H}{k_5} \right)$$

2. Дати відповіді на тестові завдання:

2.1. Визначити з якою метою застосовуються барабанні сітчасті фільтри:

**Відповідь:**

Є) твердих плаваючих та завислих забруднень розміром більше 50 мкм.

2.2. Пояснити які процеси відбуваються під час очистки стічної води на барабанних сітчастих фільтрах:

**Відповідь:**

Б) зменшується концентрація змулених речовин та БПК<sub>повн.</sub>

2.3. Пояснити з якою метою застосовують фільтри "Вако":

**Відповідь:**

В) для видалення із стічних вод волокнистих домішок.

3. Вирішити задачу.

Визначити кількість радіальних відстійників  $N$  для освітлення стічних вод після газоочисток доменного цеху.

Вихідні дані:

Розрахункова витрата  $Q=1000 \cdot \text{№ вар.}, \text{ м}^3/\text{год}$ ;

діаметр відстійника  $D=18 \text{ м}$ , де  $\text{№ вар.}$  – номер завдання.

**Відповідь:**

1. Приймавши питоме навантаження  $q = 3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}$ , визначимо загальну

площу, необхідну для відстоювання:

$$F = \frac{Q}{q} = \frac{1000 \text{ м}^3}{3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}} = 312.5 \text{ м}^2$$

2. Площа відстійника діаметром  $D=18 \text{ м}$ :

$$F_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 18^2}{4} = 254.34 \text{ м}^2$$

**3. Необхідна кількість відстійників:**

$$N = \frac{F}{F_1} = \frac{312.5 \text{ м}^2}{254.34 \text{ м}^2} \approx 1.2 \text{ шт.}$$

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**КОМПЛЕКСНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА**  
**З ДИСЦИПЛІНИ "Аналіз ефективності роботи систем водопостачання**  
**та водовідведення"**

Галузь знань: **19 АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО**

(шифр та назва)

Спеціальність: **192 БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ**

(шифр та назва і)

Освітня програма **192.00.13 ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

Розглянуто на засіданні кафедри \_\_\_\_\_  
пр. № \_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Варіант №11**

1. Проаналізувати чим відрізняється якісна характеристика стічних вод відділень травлення металів і нанесення гальванічних покриттів і як це впливає на особливості їх очистки.

**Відповідь:**

*Обробка поверхні деталей машин* виробляється шляхом їх знежирювання різними миючими составами, травлення різними кислотами і лугами, слід враховувати, що деякі деталі потрапляють у гальванічні відділення для нанесення покриття.

*Стічні води від травлення металів у кислотах і лугах.* Для видалення з поверхні металу і виробів іржі, окалини й інших металевих забруднень, а також для підготовки поверхні до нанесення гальванічних покриттів здійснюють обробку в різних кислотах і лугах. Це так зване травлення металу. Для травлення застосовують різні кислоти: сірчана, соляна, азотна та інші, як по одинці, так і в різних сполученнях. При лужній обробці застосовують NaOH, KOH та інші луги. Тому стічні води відділень травлення металів відрізняються наявністю зазначених речовин, а також продуктів їхньої взаємодії з металом (солі). Ці стічні води при обробці кислотами мають явну кислу реакцію на рівні рН = 1–2, а при обробці в лугах рН = 10–12. Очищають різними реагентними методами.

*Стічні води гальванічних відділень.* Ряд виробів, що випускаються машинобудівними заводами мають антикорозійне покриття або декоративне, котре наноситься гальванічним способом (електрохімічним способом).

Враховуючи, що у гальванічних відділеннях можуть бути такі процеси: хромування, міднення, нікелювання, стічні води гальванічних ванн містять у значній концентрації іони важких металів: Cr, Cu, Ni, тощо.

У гальванічних відділеннях утворюються стічні води двох основних категорій:

- 1) відпрацьовані технологічні розчини;

2) промивні води.

Перша категорія характеризується високими концентраціями забруднюючих речовин (Cr, Ni, Cu та інших іонів тяжких металів). Концентрація цих речовин у міцних розчинах досягає 1000 мг/л. Концентрація цих речовин у промивних водах складає 10-50 мг/л. Ці стічні води дуже токсичні і без знешкодження та очистки не можуть скидатися у водойми. Крім того, ці забруднюючі речовини є цінними коштовними речовинами, і їх втрата небажана з економічної точки зору. Очистка і використання таких вод відрізняється складністю та високою вартістю. Відмінністю гальванічного виробництва є те, що для технологічних процесів потребується вода високої якості (не гірше питної води), а іноді і знесолена вода. Ця обставина - суттєва перешкода для створення системи оборотного водопостачання масляних емульсій. Ця категорія стічних вод також відноситься категорій стічних вод, що важко очищуються.

*Поверхнево-зливовий стік* з території машинобудівних заводів змиває забруднення, що утримуються на цій території: завислі речовини, нафтопродукти, ряд хімічно розчинних у воді речовин. Крім того до складу забруднень входять речовини, що утримуються в повітрі над територією підприємства. Таким чином склад поверхнево-зливого стоку: концентрація завислих речовин - в межах від 100 до 1000 мг/л, концентрація нафтопродуктів до 50 мг/л. Концентрація хімічних речовин залежить від технології виробництва. На машинобудівних заводах у стічних водах переважають завислі речовини, солі, кислоти, луги.

2. Дати відповіді на тестові завдання:

2.1. Пояснити які відстійники доцільно застосовувати при малих витратах та періодичному надходженні стічних вод:

**Відповідь:**

**В) контактні.**

2.2. Пояснити за рахунок чого досягається високий ефект освітлення в тонкошарових відстійниках:

**Відповідь:**

**В) зменшення глибини зони осадження.**

2.3. Пояснити яким повинен бути діаметр трубок робочого елемента трубчастого відстійника:

**Відповідь:**

**Д) не повинен перевищувати 5 мм.**

3. Вирішити задачу. Визначити кількість радіальних відстійників  $N$  для освітлення стічних вод після газоочисток доменного цеху.

Вихідні дані:

Розрахункова витрата  $Q=100 \cdot N_{\text{в}} \text{ вар.}, \text{ м}^3/\text{год};$

діаметр відстійника  $D=12 \text{ м}, \text{ де } N_{\text{в}} \text{ вар.} - \text{ номер завдання.}$

**Відповідь:**

1. Приймавши питоме навантаження  $q = 3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}$ , визначимо загальну площу, необхідну для відстоювання:

$$F = \frac{Q}{q} = \frac{1000 \text{ м}^3}{3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}} = 343.75 \text{ м}^2$$

2. Площа відстійника діаметром  $D=12\text{м}$ :

$$F_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 12^2}{4} = 113.04 \text{ м}^2$$

3. Необхідна кількість відстійників:

$$N = \frac{F}{F_1} = \frac{343.75 \text{ м}^2}{113.04 \text{ м}^2} \approx 3 \text{ шт.}$$

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**КОМПЛЕКСНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА**  
**З ДИСЦИПЛІНИ "Аналіз ефективності роботи систем водопостачання**  
**та водовідведення"**

Галузь знань: **19 АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО**

(шифр та назва)

Спеціальність: **192 БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ**

(шифр та назва і)

Освітня програма **192.00.13 ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕННЯ**

Розглянуто на засіданні кафедри \_\_\_\_\_  
пр. № \_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Варіант №12**

1. Навести приклад використання води на виробничі потреби.

**Відповідь:**

На підприємствах в залежності від прийнятих технологій, виготовленої продукції, потужності, займаних площ може існувати декілька систем водопостачання. В цілому системи водопостачання промислових підприємств можна поділити на такі:

- Господарсько-питні
- Протипожежні
- Виробничі.

Для підприємств - значних споживачів неочищеної води будують самостійний виробничий водопровід. Великі підприємства, які розташовані за межами населеного пункту, мають роздільні системи господарсько-питного та виробничого водопроводів. Протипожежний водопровід здебільшого об'єднують з господарсько-питним. Невеличкі підприємства здебільшого підключають до водопроводу населеного пункту. У разі потреби в якісній воді (кращій ніж питна) для якогось цеху або приладу будують локальні установки поліпшення якості води.

Кількість і якість води для виробничих потреб залежать від технології. Різноманітні вимоги до якості води можуть потребувати навіть різних виробничих систем. Вимоги до якості води дуже часто визначають можливі схеми водопостачання. В деяких випадках якість води може визначати питоме водоспоживання. Так, при охолодженні мартенівських пічок жорсткою водою на одну піч використовується 250-500 м<sup>3</sup>/год, а при більш якісній воді – всього 150-300 м<sup>3</sup>/год.



Як приклад, водопостачання сучасного заводу синтетичного каучуку. На заводі існує 10 мереж води різної якості:

- 1) потрібна вода річкова технічна (неочищена);
- 2) технічна очищена до вмісту завислих речовин 20 мг/дм<sup>3</sup>;
- 3) технічна профільтрована до вмісту завислих речовин 5 мг/дм<sup>3</sup>;
- 4) охолоджуюча оборотна технічна вода;
- 5) прояснена і охолоджена до 7°C, яка відводиться з температурою 12°C;
- 6) вода частково зм'якшена натрій-катіонуванням з жорсткістю до 0,7 мг-екв/дм<sup>3</sup>, яку використовують на відмивку каучуку;
- 7) зм'якшена натрій-катіонуванням до 0,05 мг-екв/дм<sup>3</sup>, яку використовують для приготування каталізатора та живлення котлів-утилізаторів тепла;
- 8) знесолена до 20-30 мг/дм<sup>3</sup>;
- 9) вода господарчо-питна;
- 10) протипожежна.

2. Дати відповіді на тестові завдання:

2.1. Назвати матеріал, з якого не виготовляються полиці пластинчастого відстійника:

**Відповідь:**

В) пінополістирол.

2.2. Назвати довжину стандартного блоку крутонахиленого трубчастого відстійника:

**Відповідь:**

В) 3 м.

2.3. Встановити при якому методі флотації забезпечується найменші за розміром бульбашки повітря:

**Відповідь:**

А) при флотації з виділеним повітрям з розчину

3. Вирішити задачу.

Визначити кількість радіальних відстійників  $N$  для освітлення стічних вод після газоочисток доменного цеху.

Вихідні дані:

Розрахункова витрата  $Q=100 \cdot N_{\text{в}} \text{ вар.}, \text{ м}^3/\text{год}$ ;

діаметр відстійника  $D=12 \text{ м}$ , де  $N_{\text{в}} \text{ вар.}$  – номер завдання.

**Відповідь:**

1. Приймавши питоме навантаження  $q = 3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}$ , визначимо загальну площу, необхідну для відстоювання:

$$F = \frac{Q}{q} = \frac{1200 \text{ м}^3}{3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}} = 375 \text{ м}^2$$

2. Площа відстійника діаметром  $D=12 \text{ м}$ :

$$F_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 12^2}{4} = 113.04 \text{ м}^2$$

$$N = \frac{F}{F_1} = \frac{375 \text{ м}^2}{113.04 \text{ м}^2} \approx 4 \text{ шт.}$$

**3. Необхідна кількість відстійників:**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**КОМПЛЕКСНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА**  
**З ДИСЦИПЛІНИ "Аналіз ефективності роботи систем водопостачання**  
**та водовідведення"**

Галузь знань: **19 АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО**

(шифр та назва)

Спеціальність: **192 БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ**

(шифр та назва і)

Освітня програма **192.00.13 ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

Розглянуто на засіданні кафедри \_\_\_\_\_  
пр. № \_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Варіант №13**

1. Навести приклад використання відпрацьованих травильних рзчинів.

**Відповідь:**

На металургійних і машинобудівних підприємствах утворюються великі кількості залізовмісних стічних вод у вигляді відпрацьованих травильних розчинів, які практично не використовуються й не переробляються. Такі відходи є чистою залізовмісною сировиною для одержання залізоокисних пігментів - високодисперсних неорганічних речовини, що мають колір від жовтого до чорного. Найбільшими областями застосування пігментів є: лакофарбові матеріали, фарбування будівельних матеріалів, полімерів, виробництво кераміки, каталізаторів і магнітоносіїв . Найбільш затребуваним є жовтий залізоокисний пігмент.

В таблиці наведено порівняльний аналіз промислового та альтернативного методу одержання пігментів. Обидва методи складаються з двох стадій: стадії одержання затравочних кристалів та стадії росту часток пігменту.

| Промисловий метод (Метод Мартіна)   | Альтернативний метод   |
|---|--|
| I стадія. Одержання затравочних кристалів:  |  |
| $5\text{FeSO}_4 + 8\text{NH}_4\text{OH} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{FeO}(\text{OH}) + 4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{FeSO}_4$<br>( $\tau = 50$ хв, $t = 600\text{C}$ , $\text{FeSO}_4:\text{NH}_4\text{OH} = 5:1$ ) | $2\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{FeO}(\text{OH}) + 2\text{H}_2\text{SO}_4$<br>( $\tau = 120$ хв, $t = 1000\text{C}$ )  |
| II стадія. Ріст часток пігменту:  |  |
| $4\text{FeSO}_4 + 8\text{NH}_4\text{OH} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{FeOOH} + 4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$<br>( $\tau = 30$ год, $t = 800\text{C}$ , $\text{FeSO}_4:\text{NH}_4\text{OH} = 5:9$ )                         | $4\text{FeSO}_4 + 4(\text{NH}_2)_2\text{CO} + 10\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{FeOOH} + 4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 4\text{CO}_2$<br>( $\tau = 6$ год, $t = 1000\text{C}$ , $\text{FeSO}_4: (\text{NH}_2)_2\text{CO} = 1:1$ ) |

Одержання затравочних кристалів, у промисловому методі, супроводжується зміною рН реакційного середовища на чотири одиниці, що призводить до перебігу паралельних реакцій та утворення нецільового продукту (рис. 1). В альтернативному методі, для одержання затравочних кристалів, застосовано метод термічного гідролізу розчину заліза сульфату(II) з його попереднім окисненням киснем повітря. Дослідами доведено, що методом термічного гідролізу не можливо досягти високого ступеня перетворення солей заліза в гетит за рахунок вивільнення сірчаної кислоти, що гальмує процес утворення твердої фази. Тому на другій стадії синтезу пігменту, стадії росту пігментних часток, застосовується лужний агент карбамід для стабілізації рН розчину на рівні, оптимальному для підвищення ступеню вилучення іонів заліза з розчину та одержання пігменту чистого кольору. Після модифікування одержаних осадів заліза(III) гідроксиду карбамідоформальдегідними полімерами (КФП) у водному середовищі одержують дрібнодисперсні порошки різних відтінків (від світло жовтого до жовтогарячого), які близькі за дисперсністю та кольором до промислового зразка жовтого залізооксидного пігменту. За результатами дослідження була розроблена технологічна схема виробництва жовтого залізооксидного пігменту із відпрацьованих травильних розчинів. Основними стадіями одержання пігменту, є наступні:

1. Окиснення киснем повітря й термічний гідроліз заліза сульфату.
2. Осадження й ріст часток заліза гідроксиду в присутності карбаміду.
3. Осадження полімеру на частинки пігменту в водному середовищі.
4. Фільтрування, промивання, сушіння та подрібнення осаду.
6. Одержання супутнього продукту – гранульованого сульфату амонію.

2. Дати відповіді на тестові завдання:

2.1. Пояснити в яких установках здійснюється флотація з механічним диспергуванням повітря:

**Відповідь:**

**Г) імпелерних, безнапірних, пневматичних.**

2.2. Пояснити в яких установках здійснюється флотація з виділення повітря з розчину:

**Відповідь:**

**Є) вакуумних, напірних, ерліфт них.**

2.3. Пояснити який метод забезпечує найменше вторинне забруднення очищеної стічної води за рахунок руйнування комплексів "частинка-бульбашка":

**Відповідь:**

**Є) флотація з виділенням повітрям з розчину.**

3. Вирішити задачу.

**Відповідь:**

Визначити кількість радіальних відстійників  $N$  для освітлення стічних вод після газоочисток доменного цеху.

Вихідні дані:

Розрахункова витрата  $Q=100 \cdot \text{№ вар.}, \text{ м}^3/\text{год};$

діаметр відстійника  $D=12 \text{ м},$  де  $\text{№ вар.}$  – номер завдання.

**Відповідь:**

1. Приймавши питоме навантаження  $q = 3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год},$  визначимо загальну

площу, необхідну для відстоювання:

$$F = \frac{Q}{q} = \frac{100 \text{ м}^3}{3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}} = 406.25 \text{ м}^2$$

2. Площу відстійника діаметром  $D=12 \text{ м}:$

$$F_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 12^2}{4} = 113.04 \text{ м}^2$$

**3. Необхідна кількість відстійників:**

$$N = \frac{F}{F_1} = \frac{406.25 \text{ м}^2}{113.04 \text{ м}^2} \approx 4 \text{ шт.}$$

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**КОМПЛЕКСНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА**  
**З ДИСЦИПЛІНИ "Аналіз ефективності роботи систем водопостачання**  
**та водовідведення"**

Галузь знань: **19 АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО**

(шифр та назва )

Спеціальність: **192 БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ**

(шифр та назва і)

Освітня програма **192.00.13 ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕННЯ**

Розглянуто на засіданні кафедри \_\_\_\_\_  
пр. № \_\_\_ від " \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Варіант №14**

1. Дати характеристику категоріям стічних вод, що утворюються на ТЕС.

**Відповідь:**

На теплових електростанціях вода використовується для живлення та продувки котлів, охолодження конденсаторів парових турбін, повітроохолоджувачів та газоохолоджувачів генераторів запитуючих насосів, маслоохолоджувачів систем змащення механізмів, золовидалення та інше. Кожний теплообмінник являє собою батарею латунних або мельхіорових трубок, які знаходяться у металевому корпусі. По трубках циркулює охолоджуюча вода, а між трубками проходить повітря, газ, масло, які потрібно охолоджувати. Нагріта вода після конденсатора часто використовується на шлако- і золовидалення гідравлічним способом. Найпростіша конденсаційна станція (рис.5.1 ) передбачає паровий котел 1, з якого пар потрапляє на турбіну 2. Турбіна у свою чергу обертає електричний генератор 3. Відпрацьований пар потрапляє в конденсатор 4, куди насосом 5 подається охолоджуюча вода.

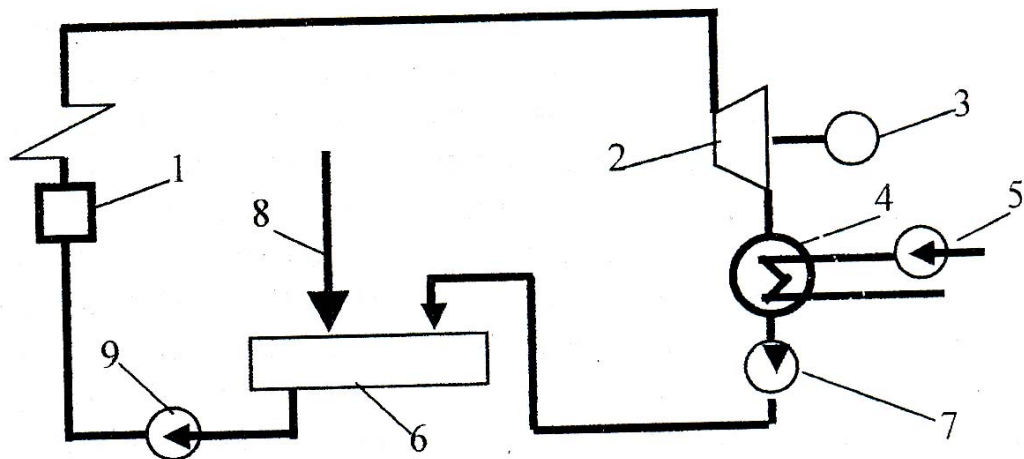


Рис. 5.1 - Схема конденсаційної електростанції:

1- паровий котел; 2- турбіна; 3- електричний генератор; 4- конденсатор; 5-циркуляційний насос; 6- бак запитуючої води; 7- конденсатний насос; 8-подача знесоленої води; 9-запитуючий насос

Конденсат перекачується в бак запитуючої води 6. В бак подається додатково свіжа очищена і знесолена вода. Необхідна кількість води подається в котел насосом 8.

Пар виробляється в котлах, в яких спалюють вугілля, газ, нафтопродукти, торф. На атомних станціях парові котли замінені на атомні реактори. Електричні станції, які виробляють тільки електроенергію, зветься конденсаційними. Якщо додатково виробляється теплова енергія (пар на технологічні потреби, опалення, гаряче водопостачання), то вони називаються теплофікаційними. Витрати води на електростанціях можуть доходити, в залежності від їх потужності, до  $100 \text{ м}^3/\text{с}$ .

На сучасних ТЕС утворюються наступні категорії стічних вод:

1. продувочні води систем оборотного водопостачання і стічні води від охолодження конденсаторів парових турбін, які викликають в основному теплове забруднення водних об'єктів;

2. стічні води від установок хімічної підготовки води, зокрема, від регенерації іонообмінних фільтрів, води конденсатоочисток, для яких характерна висока мінералізація;

3. води систем гідрозоловидалення ТЕС, які спалюють тверде паливо;

4. відпрацьовані розчини після хімічної очистки теплосилового обладнання та його консервації;

5. стічні води від сховищ мазуту;

поверхнево-зливові стічні води з території підприємств

2. Дати відповіді на тестові завдання:

2.1. Пояснити при яких умовах доцільно застосовувати метод вакуумної флотації:

**Відповідь:**

Б) для очистки стічних вод з початковим вмістом завислих до  $250 \text{ мг/л}$ .

2.2. Пояснити який метод є найбільш прийнятним для очистки стоків з концентрацією змулених речовин більше 3 г/л, які одночасно містять нафту, нафтопродукти та жири:

**Відповідь:**

Г) імпелерна флотація.

2.3. Пояснити який метод є найбільш прийнятним для очистки стоків, які крім змулених часток, містять розчинені агресивні речовини:

**Відповідь:**

А) пневматична флотація.

3. Вирішити задачу.

Визначити кількість радіальних відстійників  $N$  для освітлення стічних вод після газоочисток доменного цеху.

Вихідні дані:

Розрахункова витрата  $Q=100 \cdot N_{\text{в}} \text{ вар.}, \text{ м}^3/\text{год};$

діаметр відстійника  $D=12 \text{ м},$  де  $N_{\text{в}} \text{ вар.}$  – номер завдання.

**Відповідь:**

1. Приймаючи питоме навантаження  $q = 3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}$ , визначимо загальну площу, необхідну для відстоювання:  
$$F = \frac{Q}{q} = \frac{100 \cdot N_{\text{в}}}{3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}} = 437.5 \text{ м}^2$$

2. Площа відстійника діаметром  $D=12 \text{ м}:$   
$$F_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 12^2}{4} = 113.04 \text{ м}^2$$

**3. Необхідна кількість відстійників:**  
$$N = \frac{F}{F_1} = \frac{437.5 \text{ м}^2}{113.04 \text{ м}^2} \approx 4 \text{ шт.}$$

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**КОМПЛЕКСНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА**  
**З ДИСЦИПЛІНИ "Аналіз ефективності роботи систем водопостачання**  
**та водовідведення"**

Галузь знань: **19 АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО**

(шифр та назва )

Спеціальність: **192 БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ**

(шифр та назва і)

Освітня програма **192.00.13 ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕННЯ**

Розглянуто на засіданні кафедри \_\_\_\_\_  
пр. № \_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Варіант №15**

**1.** Пояснити в чому полягає відмінність машинобудівельних підприємств від підприємств чорної металургії.

**Відповідь:**

До складу машинобудівельних підприємств входять металургійний комплекс, механічні цехи, складально-іспитові цехи, відділення обробки поверхні металу за допомогою хімічних та механічних методів, відділення гальваніки, а також енергетичне господарство та інші допоміжні виробництва.

Суттєвою відмінністю машинобудівельних підприємств є також наявність гальванічних виробництв, тобто виробництв, де здійснюються нанесення покриття на металеві вироби.

На підприємствах чорної металургії, як правило, відділка поверхні закінчується процесами травлення. А на машинобудівельних підприємствах мається і травлення і нанесення гальванічних покриттів.

Головними споживачами води на машинобудівельних підприємствах є прокатні цехи, в яких витрата води, що використовується для охолодження валків станів та видалення окалини вимірюється сотням кубів за годину. Значна кількість води витрачається також сталеплавильними цехами – головним чином в газоочисних установках "мокрого" типу. Витрати води в термічних, механічних та інших допоміжних цехах набагато нижче.

Основними видами забруднень машинобудівельних підприємств є механічні зависі – пісок, окалина, металева стружка, пил. тощо.

Для машинобудівельних підприємств також характерна наявність масло емульсійних стічних вод, що утворюються при холодній прокатці металу, а також в цехах обробки металів різанням, шліфуванням тощо. Усі станки по обробці металів обладнані системою охолодження ріжучих інструментів за допомогою масляних емульсій.



Основні категорії стічних вод:

- 1) умовно чисті стічні води від охолодження устаткування;
- 2) стічні води від механічних цехів, забруднені завислими речовинами різної природи, нафтопродуктами, поверхнево-активними речовинами;
- 3) стічні води від травлення металів у кислотах і лугах, які містять завислі речовини, кислоти, луги, солі;
- 4) стічні води гальванічних відділень, які характеризуються наявністю кислот, луг, поверхнево-активних речовин, а також іонів важких металів (залізо, нікель, хром, мідь, кадмій тощо). Ці стічні води відносяться до групи найбільш токсичних, у першу чергу із-за наявності іонів важких металів;
- 5) стічні води теплосилового господарства, що містять високі концентрації солей (до цих стоків відносяться стічні води від регенерації іонообмінних фільтрів хімводоочисток);
- 6) поверхнево зливовий стік.

Із загальної кількості стічних вод машинобудівельних підприємств близько 75% складають стічні води, які містять механічні забруднення. Масла та нафтопродукти, що складають 20%, хімічні забруднення – близько 5%. На відміну від металургійних заводів на машинобудівельних підприємствах утворюються стічні води від гальванічних і травильних відділень, які на деяких підприємствах складають 50% загального стоку.

На машинобудівельних підприємствах система водовідведення представлена наступним чином:

- 1) система виробничої каналізації;
- 2) система, яка відводить поверхневі талі стічні води; система побутової каналізації.

2. Дати відповіді на тестові завдання:

2.1. Пояснити за рахунок чого здійснюється обертовий рух потоку очищеної рідини у відкритому гідроциклоні:

**Відповідь:**

Д) за рахунок тангенціального підводу рідини.

2.2. Пояснити гідроциклони якої конструкції доцільно застосовувати для видалення з стічної води завислих речовин гідравлічною крупністю 5 мм/с:

**Відповідь:**

Г) гідроциклон без внутрішніх пристроїв.

2.3. Пояснити гідроциклони якої конструкції доцільно застосовувати для забезпечення найбільшої ефективності очистки від змулених речовин при однакових інших умовах:

**Відповідь:**

Є) гідроциклон з конічною діафрагмою і циліндричною перегородкою.

3. Вирішити задачу.

Визначити кількість радіальних відстійників  $N$  для освітлення стічних вод після газоочисток доменного цеху.

Вихідні дані:

Розрахункова витрата  $Q=100 \cdot N_{\text{в}} \text{ вар.}, \text{ м}^3/\text{год};$

діаметр відстійника  $D=12 \text{ м},$  де  $N_{\text{в}} \text{ вар.}$  – номер завдання.

**Відповідь:**

1. Приймаючи питома навантаження  $q = 3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год},$  визначимо загальну

площу, необхідну для відстоювання:

$$F = \frac{Q}{q} = \frac{100 \cdot \text{м}^3}{3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}} = 468.75 \text{ м}^2$$

2. Площа відстійника діаметром  $D=12 \text{ м}:$

$$F_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 12^2}{4} = 113.04 \text{ м}^2$$

**3. Необхідна кількість відстійників:**

$$N = \frac{F}{F_1} = \frac{468.75 \text{ м}^2}{113.04 \text{ м}^2} \approx 4 \text{ шт.}$$

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**КОМПЛЕКСНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА**  
**З ДИСЦИПЛІНИ "Аналіз ефективності роботи систем водопостачання**  
**та водовідведення"**

Галузь знань: **19 АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО**

(шифр та назва )

Спеціальність: **192 БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ**

(шифр та назва і)

Освітня програма **192.00.13 ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

Розглянуто на засіданні кафедри \_\_\_\_\_  
пр. № \_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Варіант №16**

1. Дати характеристику якісному складу стічних вод на машинобудівних підприємствах.

**Відповідь:**

*Стічні води від механічних цехів.* Стічні води цієї категорії утворюються при мийці деталей і знежирювання їх поверхні. Мийка чиниться з додаванням миючих речовин ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Ці стічні води містять завислі речовини у концентрації від 500 до 2000 мг/л (частинки окалин, сажі, піску), нафтопродукти, які знаходяться в розчиненому, емульсованому стані. Для очищення даних стічних вод можуть застосовуватися горизонтальні і вертикальні відстійники, нафтовловлювачі або поличні відстійники. Також для уловлювання крупних механічних домішок і піску використовуються напірні або безнапірні гідро циклони. Для доочищення застосовують метод електрокоагуляції, напірної флотації або реагентної коагуляції.

*Обробка поверхні деталей машин* виробляється шляхом їх знежирювання різними миючими составами, травлення різними кислотами і лугами, а потім деякі деталі потрапляють у гальванічні відділення для нанесення покриття.

*Стічні води від травлення металів у кислотах і лугах.* Для видалення з поверхні металу і виробів іржі, окалини й інших металевих забруднень, а також для підготовки поверхні до нанесення гальванічних покриттів здійснюють обробку в різних кислотах і лугах. Це так зване травлення металу. Для травлення застосовують різні кислоти: сірчана, соляна, азотна та інші, як по одинці, так і в різних сполученнях. При лужній обробці застосовують  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$  та інші луги. У процесі травлення утворюються стічні води з вмістом зазначених речовин, а також продукти їхньої взаємодії

з металом (солі). Ці стічні води при обробці кислотами мають явну кислу реакцію на рівні  $\text{pH} = 1-2$ , а при обробці в лугах  $\text{pH} = 10-12$ . Очищають різними реагентними методами.

*Стічні води гальванічних відділень.* Ряд виробів, що випускаються машинобудівними заводами мають антикорозійне покриття або декоративне, котре наноситься гальванічним способом (електрохімічним способом). Стічні води гальванічних ванн містять у значній концентрації іони важких металів: Cr, Cu, Ni, тощо.

У гальванічних відділеннях можуть бути такі процеси: хромування, міднення, нікелювання тощо.

У гальванічних відділеннях утворюються стічні води двох основних категорій:

- 1) відпрацьовані технологічні розчини;
- 2) промивні води.

Перша категорія характеризується високими концентраціями забруднюючих речовин (Cr, Ni, Cu та інших іонів тяжких металів). Концентрація цих речовин у міцних розчинах досягає 1000 мг/л. Концентрація цих речовин у промивних водах складає 10-50 мг/л. Ці стічні води дуже токсичні і без знешкодження та очистки не можуть скидатися у водойми. Крім того, ці забруднюючі речовини є цінними коштовними речовинами, і їх втрата небажана з економічної точки зору. Очистка і використання таких вод відрізняється складністю та високою вартістю. Відмінністю гальванічного виробництва є те, що для технологічних процесів потребується вода високої якості (не гірше питної води), а іноді і знесолена вода. Ця обставина - суттєва перешкода для створення системи оборотного водопостачання масляних емульсій. Ця категорія стічних вод також відноситься категорій стічних вод, що важко очищуються.

*Поверхнево-зливовий стік* з території промислових підприємств і зокрема машинобудівних заводів утворюється в результаті випадання атмосферних опадів (дощ, сніг). З території ПП поверхнево-зливовий стік змиває забруднення, що утримуються на цій території: завислі речовини, нафтопродукти, ряд хімічно розчинних у воді речовин. Крім того до складу забруднень входять речовини, що утримуються в повітрі над територією підприємства. Таким чином склад поверхнево-зливового стоку (ПЛС) з території будь-якого підприємства визначається технологією виробництва на цьому підприємстві. Концентрація завислих речовин у ПЛС коливається в межах від 100 до 1000 мг/л, концентрація нафтопродуктів до 50 мг/л. Концентрація хімічних речовин залежить від технології виробництва. Наприклад, на коксохімічному заводі в ПЛС маютья феноли, ціаніди, роданіди та ін. речовини концентрацією до 10 мг/л. На машинобудівних заводах у стічних водах переважають завислі речовини, солі, кислоти, луги.

2. Дати відповіді на тестові завдання:

2.1. Пояснити який процес відбувається в електрокоагуляторі на аноді:

**Відповідь:**

**А) виділення кисню.**

2.2. Пояснити як приймається доза вапняного молока при нейтралізації сірчаноокислих стічних вод:

**Відповідь:**

**А) рівною стехіометричній.**

2.3. Дати рекомендації щодо прийняття дози вапняного молока для нейтралізації азотноокислих стічних вод :

**Відповідь:**

**Г) приймається більшою стехіометричної на 20 – 30%.**

3. Вирішити задачу.

Визначити кількість радіальних відстійників  $N$  для освітлення стічних вод після газоочисток доменного цеху.

Вихідні дані:

Розрахункова витрата  $Q=100 \cdot N_{\text{вар.}}, \text{ м}^3/\text{год};$

діаметр відстійника  $D=12 \text{ м}$ , де  $N_{\text{вар.}}$  – номер завдання.

**Відповідь:**

1. Приймавши питоме навантаження  $q = 3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}$ , визначимо загальну

площу, необхідну для відстоювання:

$$F = \frac{Q}{q} = \frac{1000 \text{ м}^3}{3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}} = 500 \text{ м}^2$$

2. Площу відстійника діаметром  $D=12 \text{ м}$ :

$$F_1 = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 12^2}{4} = 113.04 \text{ м}^2$$

**3. Необхідна кількість відстійників:**

$$N = \frac{F}{F_1} = \frac{500 \text{ м}^2}{113.04 \text{ м}^2} \approx 5 \text{ шт.}$$

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**КОМПЛЕКСНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА**  
**З ДИСЦИПЛІНИ "Аналіз ефективності роботи систем водопостачання**  
**та водовідведення"**

Галузь знань: **19 АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО**

(шифр та назва)

Спеціальність: **192 БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ**

(шифр та назва і)

Освітня програма **192.00.13 ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

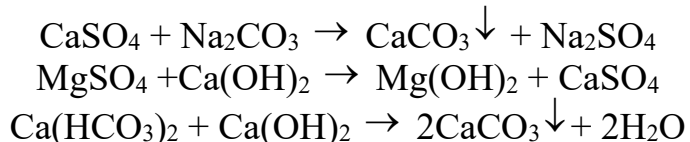
Розглянуто на засіданні кафедри \_\_\_\_\_  
пр. № \_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Варіант №17**

1. Обґрунтувати вибір елементів для схеми водопідготовки на підприємствах теплоенергетики.

**Відповідь:**

Пом'якшення води здійснюється у декілька стадій. Спочатку вода оброблюється реагентним методом (найчастіше содо-вапняним), при якому з води видаляється основна маса солей тимчасової та постійної жорсткості.



Реагентним методом можна знизити загальну жорсткість води до 0,4-0,8 мг-екв/л. Чим вище температура води, яка обробляється, тим нищу жорсткість води можна отримати цим методом. Більш глибоке зм'якшення води досягається застосуванням іонообмінної технології, в результаті якої видаляється та частина солей, що залишилися у воді, а також, якщо потрібно з води видаляються аніони (хлориди, сульфати тощо). На більшості підприємств теплоенергетики для видалення з води солей жорсткості застосовуються натрій-катионітові фільтри. На першому ступені вода знижується до 0,1 мг-екв/л, а на другому – до 0,01 мг-екв/л.

Вибір елементів в установці для водопідготовки здійснюється з урахуванням категорій стічних вод, що утворюються в процесі хімічної підготовки води для живлення парових котлів:

- стічні води та осад (шлам) від освітлювачів (вертикальних відстійників) для реагентного (содо-вапняного) зм'якшення води;
- стічні води від промивки механічних фільтрів;
- стічні води від спущування завантаження натрій-катионітових фільтрів;

- засолонені стічні води від промивки (регенерації) натрій-катионітових фільтрів (ці води забруднені солями жорсткості, хлоридами та іншими компонентами сольового змісту).

Схема установки для хімічної підготовки включає практично всі види апаратів для очистки води:

1. очистка від механічних домішок у відстійниках з коагуляцією та флокуляцією;
  2. фільтрування води на механічних зернистих фільтрах;
  3. зм'якшення води содо-вапняним методом з подальшим прояснюванням пом'якшеної води в освітлювачах із завислим шаром або у вертикальних відстійниках;
  4. фільтрування пом'якшеної води на механічних зернистих фільтрах;
  5. подальше зм'якшення води на натрій-катионітових фільтрах в один або два ступеня;
- видалення з води хлоридів та сульфатів на іонообмінних фільтрах.

## 2. Дати відповіді на тестові завдання:

2.1. Дати рекомендації щодо оптимального значення рН при окисненні ціанідів гіпохлоритами:

**Відповідь:**

**Д) 11 – 13.**

2.2. Вказати які фільтруючі елементи мають гіперфільтраційні апарати типу “фільтр-прес”:

**Відповідь:**

**В) рулонні.**

2.3. Дати рекомендації щодо рН для забезпечення повної десорбції аміаку з стічної води:

**Відповідь:**

**Г) більше 10.**

## 3. Вирішити задачу.

Визначити кількість радіальних відстійників  $N$  для освітлення стічних вод після газоочисток доменного цеху.

Вихідні дані:

Розрахункова витрата  $Q=100 \cdot N_{\text{в}} \text{ вар.}, \text{ м}^3/\text{год};$

діаметр відстійника  $D=12 \text{ м},$  де  $N_{\text{в}} \text{ вар.}$  – номер завдання.

**Відповідь:**

1. Приймаючи питоме навантаження  $q = 3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год},$  визначимо загальну

площу, необхідну для відстоювання:

$$F = \frac{Q}{q} = \frac{100 \cdot N_{\text{в}}}{3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}} = 531.25 \text{ м}^2$$

2. Площа відстійника діаметром  $D=12 \text{ м}:$

$$F_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 12^2}{4} = 113,04 \text{ м}^2$$

**3. Необхідна кількість відстійників:**

$$N = \frac{S_{\text{дн.}}}{F_1} = \frac{S_{\text{дн.}}}{113,04 \text{ м}^2} \approx 5 \text{ шт.}$$



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**КОМПЛЕКСНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА**  
**З ДИСЦИПЛІНИ "Аналіз ефективності роботи систем водопостачання**  
**та водовідведення"**

Галузь знань: **19 АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО**

(шифр та назва)

Спеціальність: **192 БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ**

(шифр та назва і)

Освітня програма **192.00.13 ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

Розглянуто на засіданні кафедри \_\_\_\_\_  
пр. № \_\_\_\_ від " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Варіант №18**

1. Охарактеризувати якісний склад стічних вод, що утворюються при збагаченні руди та агломерації.

**Відповідь:**

*При магнітному засобі збагачення здрібнена руда у вигляді пульпи потрапляє на магнітні сепаратори, де частки, що містять залізо, відокремлюються від інших часток, які не містять залізо. Процес здійснюється у водному середовищі.*

*При флотаційному засобі збагачення у пульпу, що містить руду, додають різні поверхнево-активні речовини, наприклад, нафтопродукти та інші речовини, які сприяють спливанню на поверхні порожньої породи, яка разом із водою відводиться з системи, а цінні продукти, наприклад, залізо, остаються у нижній частині потоку і направляються на подальшу переробку.*

*Флотація – розділ на фракції, які містять метал та ті, що не містять металу у водному середовищі шляхом придання породі гідрофобних властивостей. Для цього у суспензію додають різні хімічні добавки (поверхнево-активні речовини), які гідрофобізують поверхню часток, що сприяє їх відділенню від основного компоненту.*

*В залежності від прийнятих методів збагачення використовується від 5 до 9 м<sup>3</sup> вод на 1 т руди. Вода не повинна мати каламутність більше 30-50 мг/дм<sup>3</sup>. Схема водопостачання може бути оборотною з відстоюванням води в ставках- прояснювачах. Приблизно 85% води використовується на поглинання і транспортування матеріалів.*

*На збагачувальних фабриках під час збагачення корисних копалин (залізна руда, вугіль) утворюється значна кількість стічних вод і відходів, яка складає для великих збагачувальних фабрик та комбінатів 10-50 тис. м<sup>3</sup>/год. Ці стічні води містять десятки та сотні г/л забруднень у вигляді механічних домішок (завислих речовин, які являють собою порожню породу)*

концентрацією більш 10 г/л. Крім цього у стічних водах містяться дуже шкідливі, а іноді навіть токсичні забруднення – різні нафтопродукти, поверхнево-активні речовин природного та синтетичного походження. Концентрація цих речовин досягає 100-500 мг/л.

1. На агломераційних фабриках руда спекається або окомковується за спеціальною технологією. Одержання агломерату досягається тепловими процесами з добавкою до руди вапняку, коксу тощо. При цьому досягається ошматкування руди та видалення частини шкідливих домішок, що утримуються у руді. Продукція – руда у вигляді шматків або окатишів є основною сировиною для доменних печей, в яких виплавляють чавун. Кількість стічних вод, що утворюються від однієї аглофабрики досягає до 2-3 тис. м<sup>3</sup>/год. Ці стічні води забруднені завислими речовинами у концентрації до 2 тис мг/л, лужними компонентами (в основному вапном, якій сприяє появі у воді гідратної складної лужності, тобто групи ОН<sup>-</sup>). З другого боку, стічні води забруднені кислими компонентами, які представлені в основному сірчаними сполученнями у вигляді SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> та SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. Дати відповіді на тестові завдання:

2.1. Дати рекомендації щодо вибору споруди для десорбції діоксиду вуглецю:

**Відповідь:**

**Г) установки миттєвого кипіння.**

2.2. Дати рекомендації при яких умовах працюють барботажні десорбери :

**Відповідь:**

**А) при атмосферному тиску.**

2.3. Насадочні десорбери працюють при:

**Відповідь:**

**В) при вакуумі.**

3. Вирішити задачу.

Визначити кількість радіальних відстійників  $N$  для освітлення стічних вод після газоочисток доменного цеху.

Вихідні дані:

Розрахункова витрата  $Q=100 \cdot N_{\text{вар.}}, \text{ м}^3/\text{год}$ ;

діаметр відстійника  $D=18 \text{ м}$ , де  $N_{\text{вар.}}$  – номер завдання.

**Відповідь:**

1. Приймавши питоме навантаження  $q = 3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}$ , визначимо загальну

площу, необхідну для відстоювання:

$$F = \frac{Q}{q} = \frac{100 \cdot N_{\text{вар.}}}{3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}} = 562.5 \text{ м}^2$$

2. Площа відстійника діаметром  $D=18 \text{ м}$ :

$$F_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 18^2}{4} = 254.34 \text{ м}^2$$

**3. Необхідна кількість відстійників:**

$$N = \frac{F}{F_1} = \frac{562.5 \text{ м}^2}{254.34 \text{ м}^2} \approx 3 \text{ шт.}$$

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**КОМПЛЕКСНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА**  
**З ДИСЦИПЛІНИ "Аналіз ефективності роботи систем водопостачання**  
**та водовідведення"**

Галузь знань: **19 АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО**

(шифр та назва)

Спеціальність: **192 БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ**

(шифр та назва і)

Освітня програма **192.00.13 ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕННЯ**

Розглянуто на засіданні кафедри \_\_\_\_\_  
пр. № \_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Варіант №19**

1. Дати кількісну та якісну характеристику стічних коксохімічного виробництва.

**Відповідь:**

Коксохімічне виробництво відноситься до одних з найбільш небезпечних з точки зору впливу на навколишнє середовище.

Сучасні коксохімічні заводи складаються з ряду цехів, основними з яких є: вуглепідготовчий, коксовий, уловлювання хімічних продуктів коксування й очищення коксового газу від сірководню.

На вуглезбагачувальних фабриках вода використовується на мийку вугілля, приготування розчинів флотаційних реагентів, для гідротранспорту шламу, охолодження підшипників. Система водопостачання оборотна з прояснення води у відстійниках. На 1т збагаченого вугілля витрачається 4.5-5 м<sup>3</sup> води, в тому числі 3,5-4% свіжої.

В коксовому цеху вода гасить розпалений кокс. Потрібно 1м<sup>3</sup> води на 1т коксу, при цьому половина випаровується, а друга половина після відстоювання повертається. В хімічних цехах та відділення вода використовується на охолодження, при цьому частина води не входить в контакт із продуктом і не забруднюється, а частина входить у контакт із продукцією і забруднюється.

У цьому на 1т коксу витрачається до 23 м<sup>3</sup> води, із них 6-7% свіжої. Охолоджена вода повинна мати температуру не вище 25-28°C, завислих речовин – 20-40 мг/дм<sup>3</sup>, карбонатну жорсткість – не більше 2,5 мг-екв/дм<sup>3</sup>. Склад, концентрація і кількість стічних вод на коксохімічних заводах коливається в широких межах. Основні забруднення стічних вод: феноли, аміак і смоли.

Види стічних вод: фенольні, умовно чисті та поверхнево-злилові.

Фенольні стічні води містять цілий ряд хімічних забруднень; завислі речовини з концентрацією до 1000 мг/л, феноли (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH) концентрацією до 500мг/л, ціаніди з концентрацією до 1000мг/л. Кількість фенольних стічних вод складає 200-250 м<sup>3</sup>/год.

На коксохімічних заводах існує декілька видів систем водовідведення:

- 1) фенольна каналізація;
- 2) промислово-зливова;
- 3) господарчо-побутова;
- 4) система оборотного водопостачання умовно чистих вод від охолодження технологічного обладнання.

Усі системи забруднені хімічними речовини, навіть в господарчо-побутовій каналізації стічні води містять до 100 мг/л фенолів.

2. Дати відповіді на тестові завдання:

2.1. Визначити максимальну ефективність дегазації в природних умовах:

**Відповідь:**

В) 40 – 50%.

2.2. Який з названих факторів визначає можливість коагуляції:

**Відповідь:**

Г) величина рН.

2.3. При якому значенні карбонатної твердості не рекомендується застосовувати стабілізаційну обробку води фільтруванням через мармур?

**Відповідь:**

Б) при карбонатної твердості більш 2,5-3 мг-екв/л.

3. Вирішити задачу.

Визначити кількість радіальних відстійників  $N$  для освітлення стічних вод після газоочисток доменного цеху.

Вихідні дані:

Розрахункова витрата  $Q=100 \cdot N_{\text{в}} \text{ вар.}, \text{ м}^3/\text{год};$

діаметр відстійника  $D=24 \text{ м},$  де  $N_{\text{в}} \text{ вар.} - \text{ номер завдання.}$

**Відповідь:**

1. Приймавши питоме навантаження  $q = 3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год},$  визначимо загальну

площу, необхідну для відстоювання:

$$F = \frac{Q}{q} = \frac{100 \cdot N_{\text{в}}}{3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}} = 593,75 \text{ м}^2$$

2. Площа відстійника діаметром  $D=24 \text{ м}:$

$$F_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 24^2}{4} = 452 \text{ м}^2$$

**3. Необхідна кількість відстійників:**

$$N = \frac{F}{F_1} = \frac{593,75 \text{ м}^2}{452 \text{ м}^2} \approx 2 \text{ шт.}$$

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**КОМПЛЕКСНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА**  
**З ДИСЦИПЛІНИ "Аналіз ефективності роботи систем водопостачання**  
**та водовідведення"**

Галузь знань: **19 АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО**

(шифр та назва)

Спеціальність: **192 БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ**

(шифр та назва і)

Освітня програма **192.00.13 ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

Розглянуто на засіданні кафедри \_\_\_\_\_  
пр. № \_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Варіант №20**

1. Проаналізувати якісний склад стічних вод доменного виробництва.

**Відповідь:**

У доменному цеху вода витрачається на зволоження шихти, охолодження доменних пічок та арматури повітрянагрівачів, грануляцію шлаку, охолодження чавуну на розливальних машинах та підбункерних приміщеннях.

В цеху очистки доменного газу вода поглинає механічні домішки із газу, охолоджує газ, транспортує поглинуті домішки, розчиняє газ та деякі мінерали. В оборотній системі вода потрапляє спочатку в радіальні відстійники, перекачується насосом на охолоджувач, а потім знову насосом качається у цех.

У доменному виробництві утворюються наступні види стічних вод:

1. Вода від безпосереднього охолодження доменної печі, це так звана

“умовно чиста вода”, яка у процесі використання тільки нагрівається і не забруднюється.

2. Стічні води від газоочисток доменних печей. Ці води брудні (забруднені завислими речовинами у концентрації до 200 мг/л, а також цілою низкою розчинних хімічних речовин).

3. Стічні води від грануляції шлаку. Ці води забруднені завислими речовинами у концентрації до 1000 мг/л, а також хімічними речовинами, наприклад, сірководнем  $H_2S$  (“брудний цикл”).

4. Стічні води від машин розливання чавуна. Ці води також забруднені завислими речовинами у концентрації до 500 мг/л та хімічними речовинами, головним з яких є розчинне у воді вапно  $Ca(OH)_2$  (“брудний цикл”).

При охолодженні елементів доменних печей водою відвід тепла здійснюється за рахунок нагріву води. Карбонат кальцію ( $CaCO_3$ ), що

утворюється, випадає на теплонавантажених поверхнях і перешкоджає теплообміну, тобто ефективному охолодженню доменних печей. Витрати охолоджуючої води на 1 доменну піч коливаються від 2 до 3 тис. м<sup>3</sup>/год. Вода у процесі випаровування тільки нагрівається і не забруднюється механічними або хімічними домішками. ою, з продувкою у кількості до 5% від витрати циркулюючої у системі води. При водяному охолодженні доменних печей утворюються умовно чисті стічні води, що несуть тільки термальне забруднення.

Грануляція шлаку полягає у перетворенні його з рідкого стану у твердий зернистий матеріал шляхом швидкого охолодження водою. Струми води, що подаються під тиском розбивають шлак на окремі гранули. Стічні води в залежності від складу виплавленого чавуна мають кислу або лужну реакцію і містять сірководень, хлориди, сульфати і 300-650 мг/л завислих речовин.

Рідкий чавун відводять з доменної печі на розливальні машину, яка являє собою транспортер, що рухається і на якому розташовані мульди (форми). По мірі руху мульди, які заповнені чавуном, інтенсивно поливають водою з дірчастих труб для того, щоб до кінця шляху чавун затвердів. Для того, щоб чавун не приставав до мульд, їх перед тим, як заливати оброблюють розчином вапна. Нагріта вода після розливальних машин містить пісок, вапно, окалину та інші завислі речовини. Для хімічного складу цих стічних вод характерна наявність гідратної лужності, що обумовлено застосуванням розчину вапна для обприскування форм (мульди) для розливання чавуну.

2. Дати відповіді на тестові завдання:

2.1.Визначити споруди для очистки газів мокрим засобом :

**Відповідь:**

А) скрубери.

2.2.Визначити функції гідротранспорту:

**Відповідь:**

Б) транспортування потоком води лотками або жолобами шлаку, золи, сировини .

2.3. Для хімічного складу стічних вод після охолодження розливальних машин є характерним:

**Відповідь:**

Б) наявність гідратної лужності.

3. Вирішити задачу.

Визначити кількість радіальних відстійників  $N$  для освітлення стічних вод після газоочисток доменного цеху.

Вихідні дані:

Розрахункова витрата  $Q=100 \cdot N_{\text{в}} \text{ вар.}, \text{ м}^3/\text{год}$ ;  
діаметр відстійника  $D=24 \text{ м}$ , де  $N_{\text{в}} \text{ вар.}$  – номер завдання.

**Відповідь:**

1. Приймавши питоме навантаження  $q = 3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}$ , визначимо загальну

площу, необхідну для відстоювання:

$$F = \frac{Q}{q} = \frac{2000 \text{ м}^3}{3.2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}} = 625 \text{ м}^2$$

2. Площа відстійника діаметром  $D=24 \text{ м}$ :

$$F_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 24^2}{4} = 452 \text{ м}^2$$

3. Необхідна кількість відстійників:

$$N = \frac{F}{F_1} = \frac{625}{452} \approx 2 \text{ шт.}$$