

Міністерство освіти і науки України

Одеська державна академія будівництва та архітектури

Кафедра водовідведення і гідравліки



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**з дисципліни «ТЕХНОЛОГІЯ ПІДГОТОВКИ ТА ОЧИЩЕННЯ ВОДИ
НА ПІДПРИЄМСТВАХ»**

до виконання курсового проекту

**для студентів освітньо-професійної програми підготовки
освітнього рівня «магістр»**

**Спеціальностей 194 «Гідротехнічне будівництво, водна
інженерія та водні технології»,**

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

**Спеціалізація «Рациональне використання і охорона водних
ресурсів»**

ОДЕСА – 2017

“ЗАТВЕРДЖЕНО”

Вченою Радою

Інституту інженерно-екологічних систем

Протокол № 10 від 04.05.2017 р.

Укладач: к.т.н., Аксьонова І.М., доцент кафедри водовідведення та гідравліки ОДАБА

Рецензенти: Лозієнко К.П. начальник відділу біологічної очистки
ТОВ «Інфоксводоканал»
Карпов І.П. доцент кафедри водопостачання
ОДАБА

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія підготовки та очищення води на підприємствах» для освітнього рівня магістр мають теоретичну частину, приклади розрахунку та компонування графічної частини проекту, які базується на відповідних нормативних документах та літературних джерелах, щодо очищення стічних вод нафтопереробної промисловості. Можливо використання наданої методики у дипломному проектуванні.

Відповідальний за випуск: зав. кафедрою Водовідведення і гідравліки, професор, д.т.н. Хоружий В.П.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МЕТОДИКИ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ПІДПРИЄМСТВ РІЗНИХ ГАЛУЗЕЙ ЕКОНОМІКИ.....	5
2. ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ.....	20
ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	47
ДОДАТКИ.....	48

ВСТУП

Курсове проектування у дисципліні «Технологія підготовки та очищення води на підприємствах» будується відповідно загальному алгоритму, який включає наступні принципи: вивчення складу стічних вод на основі проведеного аналізу, або літературних аналогових джерел, обґрунтування прийнятої системи водовідведення та вибір технологічної схеми очищення стічних вод промислового підприємства.

Структура курсового проекту складається з трьох основних складових:

1. Реферативна, яка складається з літературного огляду сучасних технологічних рішень водовідведення промислового підприємства відповідної галузі економіки.
2. Вибір технологічної схеми водовідведення відповідно вхідних даних.
3. Розрахунок споруд за обраною технологічною схемою очищення промислових вод.

Графічна частина курсового проекту складається з балансової схеми розподілу забруднень та технологічної схеми очищення стічних вод 1 лист аркуша А-1.

Складність курсового проектування в тому, що різноманітність технологічних схем та обґрунтування вибору, залежить від видів, складу та кількості стічних вод, що утворюються на підприємстві та необхідністю урахувати сучасні технології, методи та тенденції, що існують у світі.

В даних методичних вказівках надається приклад курсового проекту очищення стічних нафтопереробної промисловості. Завданням для курсового проектування можуть бути стічні води підприємств різних галузей економіки: нафтопереробної, нафтодобувної, машинобудівної, целюлозної та інших. Тому завдання для кожного студента розробляються індивідуально з урахуванням розробок відповідної наукової теми, або прикладної тематики основних наукових досліджень.

1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МЕТОДИКИ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ПІДПРИЄМСТВ РІЗНИХ ГАЛУЗЕЙ ЕКОНОМІКИ

Охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання природних ресурсів набуває в наші дні все більше значення. Розвиток промисловості викликає необхідність запобігання забруднення водних об'єктів промисловими стічними водами.

На промислових підприємствах утворюються різноманітні за складом і властивостями виробничі стічні води. Умови їх відведення з території підприємства та знешкодження мають специфічні відмінності, які необхідно враховувати при проектуванні, будівництві та експлуатації водовідвідних систем промислових підприємств.

Великі обсяги промислового водовідведення різноманітність видів забруднюючих речовин, різноманітність методів їх вилучення і знешкодження, техногенний вплив на навколишнє середовище і визначають необхідність вивчення курсу «Технологія підготовки та очищення води на підприємствах». Водовідвідні системи промислових підприємств призначені для збору і відведення з їх територій відпрацьованих забруднених виробничих стічних вод (ВСВ), які неможливо або економічно недоцільно далі використовувати в технологічному процесі, а також для очищення стічних вод (СВ) перед поверненням їх на повторне використання, перед скиданням у водойму чи в міську мережу водовідведення.

Основні елементи водовідвідних систем промислових підприємств:

- внутрішньоцехові мережі, локальні або місцеві очисні споруди (МОС);
- зовнішні мережі;
- насосні станції (НС);
- очисні споруди (ОС);
- випуски у водойми та міські мережі.

Виробничі стічні води (ВСВ) – води, що утворюються у технологічному комплексному процесі або при видобуванні та збагаченні корисних копалин, а також води від охолодження продуктів і агрегатів. Виробничі стічні води діляться на: умовно чисті (охолоджуюча вода, забруднюється в процесі виробництва) і забруднені.

Побутові стічні води (ПСВ) – це стічні води від санітарних вузлів, душових, та ін. побутових об'єктів.

Атмосферні стічні води (АСВ) – це дощові й талі води. При сильному забрудненні території вони можуть бути забруднені специфічними продуктами виробництва, зваженими речовинами мінерального і органічного походження, а також нафтопродуктами.

Стічні води, що відводяться з території промислових підприємств, за своїм складом можуть бути розділені на три види:

- виробничі – використані в технологічному процесі або ті, що утворюються при видобутку корисних копалин (вугілля, нафти, руд тощо);
- побутові – від санітарних вузлів виробничих і невиробничих корпусів та будівель, а також від душових установок, наявних на території промислових підприємств;
- атмосферні – дощові і від танення снігу.

Виробничі стічні води діляться на дві основні категорії:

забруднені і незабруднені (умовно чисті).

Забруднені виробничі стічні води містять різні

домішки і поділяються на три групи:

- 1) забруднені переважно мінеральними домішками (підприємства металургійної, машинобудівної, рудо – і вуглевидобувної промисловості; заводи по виробництву мінеральних добрив, кислот, будівельних виробів і матеріалів та ін);
- 2) забруднені переважно органічними домішками (підприємства м'ясної, рибної, молочної, харчової, целюлозно-паперової, хімічної, мікробіологічної промисловості; заводи по виробництву пластмас, каучуку та ін);

3) забруднені мінеральними і органічними домішками (підприємства нафтовидобувної, нафтопереробної, нафтохімічної, текстильної, легкої, фармацевтичної промисловості; заводи по виробництву консервів, цукру, продуктів органічного синтезу, паперу, вітамінів та ін)

По концентрації забруднюючих речовин виробничі стічні води поділяються на чотири групи: $1 \div 500$, $500 \div 5000$, $5000 \div 30000$, більш 30000 мг/дм³.

Виробничі стічні води можуть розрізнятися за фізичним властивостями забруднюючих органічних продуктів (наприклад, за температурою кипіння: менше 120 , $120 - 250$ і більше 250°C).

За ступенем агресивності ці води поділяють на слабо агресивні (кислоти з $\text{pH} = 6 \div 6,5$ і слабо лужні з $\text{pH} = 8 \div 9$), сильно агресивні (сильно кислі з $\text{pH} < 6$ і сильно лужні з $\text{pH} > 9$) і неагресивні ($\text{pH} = 6,5 \div 8$). Крім того, забруднені виробничі стічні води класифікуються за вмістом токсичних і небезпечних в епідеміологічному відношенні речовин і домішок, а також за наявності концентрованих відходів виробництва, що не підлягають спуску в водовідвідну мережу.

Незабруднені виробничі стічні води надходять від холодильників, компресорних, теплообмінних апаратів.

Склад стічних вод залежить від технологічного процесу, застосовуваних компонентів проміжних виробів і продукції що випускається, складу вихідної свіжої води, місцевих умов і ін.

Ефективність використання води на промислових підприємствах оцінюється:

1. По відсотку використання води

$$2. P_{об} = \frac{Q_{об}}{Q_{вик} + Q_{об} + Q_c} \cdot 100 \Rightarrow 100\% \quad (1)$$

де $Q_{вик}$, $Q_{об}$ – кількість води, що забирається з джерела і використовуваної в обороті, Q_c – кількість води, яка надійшла з сировиною.

У середньому $P_{об} \approx 60\%$, на деяких промислових підприємствах $P_{об}$ до $90-100\%$.

2. За раціональністю використання води джерела

$$K_{\text{вик}} = \frac{Q_{\text{дж}} + Q_{\text{с}} - Q_{\text{скид}}}{Q_{\text{дж}} + Q_{\text{с}}} \quad (2)$$

де $Q_{\text{скид}}$ - кількість води, що скидається.

У середньому $K_{\text{вик}} \approx 0,27$; на деяких промислових підприємствах $K_{\text{вик}} = 0,75-0,87$.

3. По відсотку втрат води

$$P_{\text{втр}} = \frac{Q_{\text{дж}} + Q_{\text{с}} - Q_{\text{об}}}{Q_{\text{посл}} + Q_{\text{дж}} + Q_{\text{с}} + Q_{\text{об}}} \quad (3)$$

де $Q_{\text{посл}}$ - кількість води, що використовується послідовно. У середньому $P_{\text{втр}} = 2,5$.

При проектуванні водовідведення промислових підприємств необхідно знати:

- кількість стічних вод (за окремими операціями, цехами, по промислового підприємству в цілому і режим їх відведення);
- фізико-хімічний склад стічних вод;
- вимоги до якості очищеної води.

В аналізованих стічних водах повинні визначатися: зміст компонентів, специфічних для даного виду виробництва (фенолів, нафтопродуктів, поверхнево – активних, отруйних, радіоактивних, вибухових речовин); загальна кількість органічних речовин, що виражається за показниками БСК_{повн} і ХСК; активна реакція; інтенсивність забарвлення; ступінь мінералізації; наявність біогенних елементів.

В залежності від технології виробничих процесів, аналіз складу стічних вод проводиться за разовими годинними, середньодобовими і середньодобовим пропорційними пробами; слід також складати графіки коливання концентрацій найбільш характерних забруднень по годинах змін і доби, днях тижня. Необхідно встановити такі параметри, як кінетика осідання або спливання механічних домішок та їх обсяг, можливість коагуляції стічних вод та ін. Ці дані дозволяють вибрати найбільш доцільний і економічно обґрунтований метод очищення стічних вод для певного підприємства. На підставі детального

аналізу можна розробити раціональну систему відведення, обробки і використання стічних вод.

Кількість стічної води на виробництві, як правило, менше, ніж споживана витрата води і залежить головним чином від системи водопостачання. При прямоточній системі водопостачання вся використана на підприємстві вода за вирахуванням безповоротних втрат скидається в каналізацію.

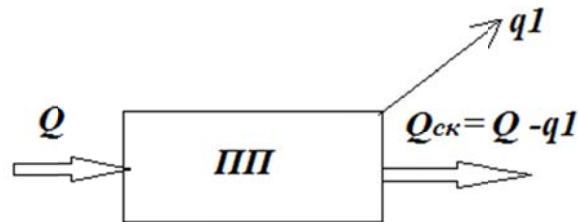


Рис. 1. Схема прямоточної системи водопостачання: Q – витрата виробничої води; q_1 – безповоротні втрати; $Q_{ск}$ – витрата стічних вод, що надходять у систему водовідведення; ПП – промислове підприємство.

При оборотній системі водопостачання частина води знову повертається у виробництво після охолодження або очищення на місцевих очисних спорудах (МОС). Втрати води поповнюються свіжою водою з водопроводу або джерела. Із загальної кількості води Q , що циркулює в оборотній системі, частина її q_1 витрачається на безповоротні втрати, частина q_2 становить втрати в охолоджувачах або на очисних спорудах. Для підтримки необхідного сольового складу води в оборотному циклі зазвичай передбачають продувку, або періодичне скидання частини води $Q_{ск}$ в систему водовідведення. З метою підтримки необхідного об'єму води в системі оборотного водопостачання витрата свіжої води $Q_{п}$, що подається в систему (підживлення) складає:

$$Q_{п} = q_1 + q_2 + Q_{ск}$$

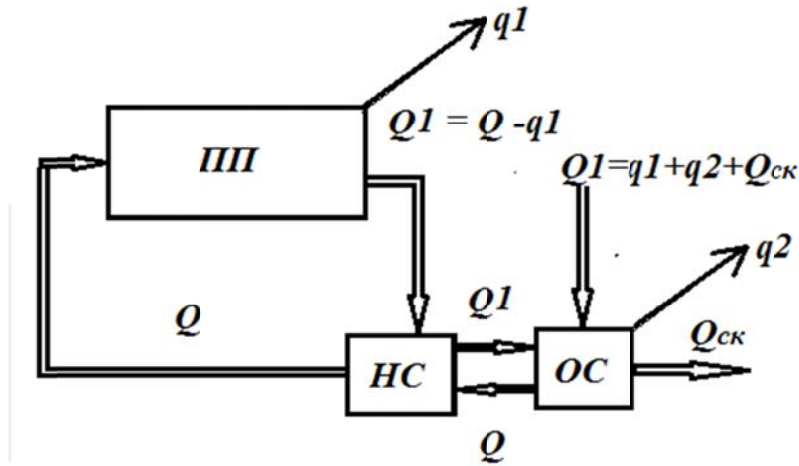


Рис. 2. Схема оборотної системи водопостачання

За межі підприємства скидається тільки витрата $Q_{ск}$, що дорівнює величині продукції. Приватним випадком оборотних систем є замкнуті системи водопостачання, для яких $Q_{ск} = 0$.

При комбінованій системі водопостачання, що часто зустрічається на практиці, різні виробничі споживачі одного і того ж підприємства забезпечуються водою за усіма відомими схемами.

Вид системи водопостачання промислового підприємства впливає на параметри системи водовідведення та величину витрати $Q_{ск}$. Розрахункові витрати виробничих стічних вод визначаються або за даними технологів, або по продуктивності підприємства і питомими витратами. Визначаються витрати не тільки загальні, але і по цехах, змінах, окремими випусками.

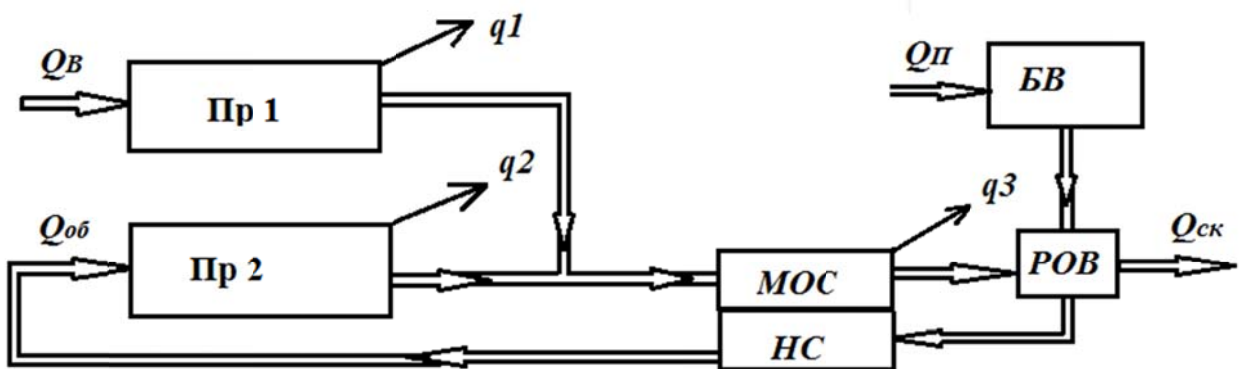


Рис. 3. Комбінована система водопостачання з оборотним використанням очищених виробничих стічних вод: ПР1 – підприємства та виробничі

процеси, споживають водопровідну воду; ПР2 – те ж, оборотну воду; МОС – місцеві очисні споруди; БВ – блок водопідготовки підживлювальної води; РОВ – резервуар очищених стічних вод; НС – насосна станція оборотного водопостачання; $Q_{\text{в}}$ – витрата водопровідної води; $Q_{\text{об}}$ – витрата оборотної води; $Q_{\text{п}}$ – витрати підживлювальної води, компенсуючий безповоротні втрати; q_1, q_2, q_3 – безповоротні втрати; $Q_{\text{ск}}$ – витрата скидної води.

Добові $Q_{\text{доба}}$, $\text{м}^3/\text{доб}$, і максимально секундні q , л/с, витрати визначаються за формулами:

$$Q_{\text{доб}} = N \cdot M \quad (5)$$

$$q = \frac{M \cdot N_{\text{м.см}}}{3,6 \cdot T} \cdot K_{\text{год}} \quad (6)$$

де N – норма водовідведення на одиницю продукції або перероблюваної сировини, м^3 на одиницю виробу; M і $N_{\text{м.см}}$ – число одиниць продукції або сировини, що переробляється у добу і в максимальну зміну; T – кількість робочих годин в зміну, год.; $K_{\text{год}}$ – коефіцієнт годинної нерівномірності.

Розрахункові витрати побутових вод визначаються по зміні з максимальним числом працюючих за існуючими нормами водовідведення (відповідно 25 і 45 л/см на 1 чол.) для холодних та гарячих цехів.

Таблиця 1

Розподіл витрат побутових стічних вод
на промисловому підприємстві протягом зміни (%)

Години зміни	1	2	3	4	5	6	7	8
У холодних цехах, $K_{\text{год}}=3$	12,5	6,25	6,25	18,75	6,25	6,25	6,25	37,5
У гарячих цехах, $K_{\text{год}}=2,5$	12,5	8,12	8,12	15,65	8,12	8,12	8,12	31,25

Витрати душових вод визначаються числом душових сіток (від 3 до 15 чол. на 1 д. с. в залежності від характеру виробництва) з умови відведення цих стічних вод протягом 45 хвилин після зміни і норми водовідведення 500 л/год на 1 д. с.

На підприємствах також визначаються витрати стічних вод від їдалень і пралень.

Розрахункові витрати дощових і талих вод визначаються в залежності від місцевих виробничих і кліматичних умов, від рельєфу місцевості і ступеня благоустрою території за відомими методиками.

Розрахунок лотків труб від окремих апаратів проводиться для максимальної секундної витрати:

- Цехові трубопроводи і колектори розраховуються по сумі максимальних витрат з урахуванням їх збігу в часі.
- Загальнозаводські і позамайданчикові колектори розраховуються за сумісним графіком або за сумою максимальних годинних витрат з введенням відповідного коефіцієнта, що враховує розбіжність їх у часі.
- Побутові води враховуються окремо.
- Дощові води відводяться самостійною мережею або спільно з виробничими водами.

Для регулювання припливу на очисних спорудах встановлюються регулюючі буферні резервуари або накопичувачі, з яких після відповідного відстоювання вода використовується або скидається в каналізацію.

Режим надходження виробничих стічних вод до мережі водовідведення різний для різних виробництв і визначається технологіями.

Необхідно враховувати коливання витрат по добі, годинах, а також сезонну нерівномірність водовідведення. Так коефіцієнт годинної нерівномірності $K_{год} = 1-1,1$ для металургійної промисловості; $K_{год} = 1,3-1,5$ для хімічної; $K_{год} = 1,5$ для харчової і т. д. При проектуванні складаються графіки припливу стічних вод і графіки водного балансу, і вирішується питання про повторне використання частини або всієї води.

Шляхи використання стічних вод залежать від їх кількості, складу та місцевих умов:

1. Найбільш часто влаштовується оборотна система водопостачання після відповідного охолодження або очищення води. Обороти води дозволяють значно скоротити забір свіжої води і скидання стічної води у водойми.
2. В разі використання послідовного водопостачання; витрата води може бути знижена до 50% (НПЗ, металургійні заводи, харчова промисловість).
3. Деякі види виробничих стоків можуть використовуватися в сільськогосподарському водопостачанні для зрошення. Найбільш придатні для цих цілей стічні води підприємств харчової промисловості, азотно-тукової, текстильної та деяких ін.
4. Витяг зі стічних вод цінних речовин і їх утилізація (нафта, жири, паперове волокно, смоли, хром, залізо, кислоти).
5. Використання виробничих стічних вод, що мають високу температуру, в цілях опалення або інтенсифікації технологічних процесів (очисні споруди, тепличні господарства, рибоводні ставки і тощо).

Розрізняють внутрішньомайданчикові (на території підприємства) і поза майданчикові (за її межами) водовідвідні системи.

При виборі системи і схеми водовідведення промислових підприємств необхідно враховувати:

- 1) вимоги до якості води, використовуваної в різних технологічних процесах, та її кількість;
- 2) кількість, склад і властивості стічних вод окремих виробничих цехів і підприємства в цілому, а також режими водовідведення;
- 3) можливість скорочення кількості забруднених виробничих стічних вод підприємства шляхом вдосконалення технологічних процесів;
- 4) можливість повторного використання виробничих стічних вод у системі оборотного водопостачання або для технологічних потреб іншого виробництва;
- 5) доцільність вилучення і використання цінних речовин, що містяться в стічних водах;
- 6) можливість поділу виробничих стічних вод для повторного використання незабруднених вод у виробництві та обробки забруднених;

- 7) можливість і доцільність спільного відведення стічних вод від декількох близько розташованих промислових підприємств, а також можливість комплексного вирішення водовідведення від промислового підприємства та населеного пункту;
- 8) можливість використання в технологічному процесі очищених побутових стічних вод;
- 9) можливість і доцільність використання виробничих стічних вод для зрошення сільськогосподарських і технічних культур;
- 10) доцільність локального очищення стічних вод окремих виробництв і цехів;
- 11) самоочисну здатність водойми, умови спуску виробничих стічних вод у неї і необхідну ступінь очищення цих вод по лімітуючих показниках;
- 12) доцільність застосування кожного методу очищення.

При варіантному проектуванні водовідвідних систем промислового підприємства на підставі техніко-економічних показників приймається оптимальний варіант.

Водовідведення від промислових підприємств, як правило, здійснюється по повній роздільній системі.

Виробничі стічні води в залежності від виду забруднюючих речовин і їх концентрації, а також від кількості стічних вод та місць їх утворення відводяться декількома самостійними потоками: слабо забруднені, що містять один або кілька видів забруднень; що містять токсичні та отруйні речовини; кислі; лужні; сильно мінералізовані; містять олії та жири, волокно, ПАР і т. д. Незабруднені стічні води, як правило, об'єднують в окремий потік.

Побутові стічні води, що утворюються на промисловому підприємстві, відводяться і очищаються окремо, якщо виробничі стічні води по своїм складом не потребують біологічного очищення.

Спільне відведення побутових і виробничих стічних вод доцільно, якщо останні забруднені органічними речовинами, деструкція яких можлива біологічним шляхом; при цьому концентрація токсичних домішок не повинна перевищувати гранично допустиму.

Дощові води з незабруднених територій промислового підприємства, відводяться за допомогою окремої водовідвідної мережі або об'єднуються з незабрудненими виробничими стічними водами і спускаються у водойму без очищення. Дощові води з майданчиків для складування сировини, рідкого і твердого палива, масел, барвників і т. п., відводяться разом із забрудненими виробничими стічними водами і підлягають спільному очищенню перед випуском у водойму (рис. 4 а).

Доцільність поділу або об'єднання окремих потоків стічних вод при проектуванні водовідвідних систем промислового підприємства є одним з найбільш актуальних питань, від правильного рішення якого залежать кошторисна вартість будівництва і витрати на експлуатацію очисних споруд, надійність охорони водойм від забруднення і рентабельність основного виробництва.

На підприємствах, де виробничі стічні води за складом близькі до побутових (наприклад, підприємства харчової промисловості), стічні води можна відводити по двом мережах: виробничо-побутовій та дощовій.

У дощову мережу можуть скидатися і незабруднені виробничі стічні води (рис. 4 б). У більшості випадків виробничі стічні води очищати спільно з побутовими не можна.

В цьому випадку слід влаштовувати локальні біля цехові очисні споруди: жирословлювачі, олієсловлювачі, бензин словлювачі, нафтовловлювачі, Смола відстійники, волокно словлювачі, нейтралізатори, установки по знешкодженню стічних під (рис. 4 в).

Після локальної очистки стічні води можуть об'єднуватися і очищатися спільно. Поділ виробничих стічних вод може бути продиктовано санітарними причинами, пожежо- і вибухонебезпечністю, можливістю заростання і руйнування трубопроводів. Наприклад, об'єднання кислих стічних вод з сульфідними призводить до виділення сірчистого газу; зі стічними водами, що містять ціаніди - до утворення отруйної синільної кислоти (у вигляді газу); з віскозними - до утворення сірковуглецю. Якщо об'єднати стічні води, що

містять сірчану кислоту, зі стічними водами, що містять вапно, то утворюється сульфат кальцію, який випадає в осад, що призводить до заростання труб. Об'єднання стічних вод, насичених сірководнем, зі стічними водами, що мають температуру вище 40°C може призвести до вибуху. Не завжди доцільно спільне відведення навіть стічних вод однакового складу, але різних за концентрацією в них забруднюючих речовин. Якщо ці речовини являють собою товарну цінність, то економічніше витягувати їх з найбільш концентрованих стічних вод і вже потім змішувати слабо концентровані стічні води для їх подальшого очищення.

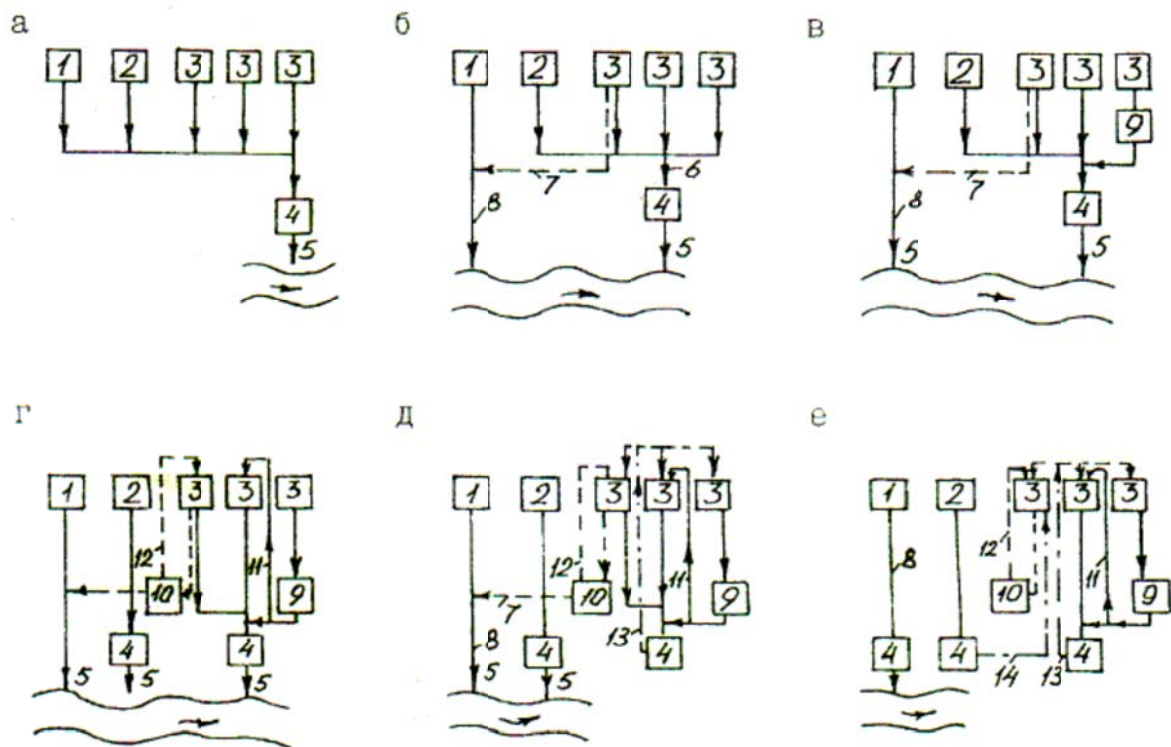


Рис. 4. Схеми водовідведення промислових підприємств: а – загально сплавної системи; б – роздільної системи з дощової та виробничо-побутової мережами; в – те ж, і локальними очисними спорудами; м – роздільної системи з дощової, побутової та виробничими мережами, локальними очисними спорудами і частковим водообертом; д – теж, і повним оборотом виробничих стічних вод; е – роздільної безстічної системи водовідведення; 1 – дощові води; 2 – побутові стічні води; 3 – виробничі стічні води; 4 – очисні споруди; 5 – випуск у водойму; 6 – мережа побутових і забруднених виробничих стічних вод; 7 – мережа незабруднених виробничих стічних вод; 8 – мережа дощових вод; 9 – локальні очисні споруди; 10 – споруди по охолодженню незабруднених стічних вод; 11,12 – мережа оборотного водопостачання відповідно після локальної очистки забруднених і незабруднених (після охолодження) виробничих стічних вод; 13,14 – мережа оборотного

водопостачання після очищення відповідно забруднених виробничих і побутових стічних вод.

Такий прийом застосовується при використанні міцних лугів сульфат целюлозного виробництва, при утилізації вовнового жиру з промивних вод після I та II барок мийної машини, при отриманні мідного і залізного купоросу з травильних розчинів цехів металообробки.

Роздільне очищення стічних вод краще і в тому випадку, якщо в будь-яких стічних водах забруднююча речовина легко видаляється з води. Недоцільно також об'єднання стічних вод, що містять значну кількість механічних домішок мінерального походження, а також нафту і масла, з побутовими стічними водами. Таке об'єднання ускладнює технологію очищення, перешкоджає можливості повторного використання виробничих стічних вод і вилучення з них цінних домішок. Тому на більшості промислових підприємств (металургійних, хімічних, нафтопереробних, целюлозно-паперових, харчових) проектується повна роздільна система водовідведення (рис. 4г) з улаштуванням виробничих, побутових та дощових мереж.

В даний час провідне місце займає питання підвищення відсотка вод, що знаходяться в системі оборотного водопостачання, з метою подальшого повного переходу на маловідходні і безстічні системи водовідведення (рис. 4 д, е). У безстічних системах промислових підприємств в оборот включаються також і побутові стічні води після відповідного очищення і доочищення, а у водойму випускаються лише дощові.

Таким чином, для видалення із стічних вод органічних речовин найбільш універсальним методом є біологічне очищення в аеротенках або на біофільтрах як самостійний метод, а також у поєднанні з іншими методами попередньої очистки і доочистки. Для видалення органічних речовин, що важко окислюються біологічним шляхом, а також неорганічних застосовуються механічні, хімічні та фізико-хімічні методи очищення. Застосування тих чи інших методів здійснюється на основі використання експериментальних досліджень реальних стічних вод або при їх відсутності імітатору, складеного на підставі технологічного регламенту виробництва.

Як правило, виробничі стічні води перед очисними спорудами повинні бути максимально утилізовані.

Схеми водопостачання і водовідведення промислових підприємств і населених пунктів в цілях досягнення найбільш економічних і комплексних рішень розробляються, як правило, одночасно на основі використання проекту районного планування і забудови за єдиним генеральним планом. У разі розташування промислового підприємства або групи промислових підприємств у межах міста або в безпосередній близькості від житлового масиву, що має централізовану систему водовідведення, необхідно в першу чергу розглядати питання про спільне відведення і очищення виробничих і міських стічних вод. При неможливості спільного очищення слід попередньо обробляти виробничі стічні води на очисних спорудах, розташованих на території підприємства, або на загальних очисних спорудах. Спільне очищення цих стічних вод, як правило, економічно доцільне, а з санітарної точки зору більш надійне. При значному видаленні об'єктів один від одного доцільність спільної чи роздільної очистки стічних вод цих об'єктів визначається шляхом техніко-економічного порівняння варіантів централізованої і децентралізованої схем водовідведення.

Схему комплексного використання системи водовідведення населеного пункту і промислового підприємства необхідно вирішувати, керуючись наступними міркуваннями:

1. Недоцільно скидати незабруднені виробничі стічні води в міську мережу. Цю воду краще відводити у дощову мережу або використовувати в системі оборотного водопостачання.
2. Скидання стоків, що містять тільки мінеральні забруднення, у побутову мережу недоцільне, оскільки після відстоювання стічні води можуть бути використані у виробництві або скинуті у водойму.
3. Іноді для остаточного вирішення питання про приєднання виробничих стічних вод до побутових, враховуючи специфіку забруднень промислових стічних вод, необхідно поставити серію дослідів на модельних спорудах. У

необхідних випадках виробничі стоки повинні пройти попередню обробку на локальних спорудах.

Для складання комплексної схеми визначають концентрацію забруднень дощових вод, щоб вирішити питання про можливість спільного очищення їх з виробничими стоками та можливості використання їх в обороті. При проектуванні звичайно обирають групові очисні споруди, на яких очищають виробничі стічні води кількох промислових підприємств, оскільки це знижує витрати на будівництво локальних очисних споруд, забезпечує більш високий ефект очищення, організований контроль, скорочення адміністративного апарату, дозволяє підвищити механізацію і автоматизацію процесів і забезпечити більш комфортні умови роботи обслуговуючого персоналу.

2. ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

2.1 Вхідні дані

Назва підприємства - нафтопереробний завод.

Одиниці виміру готової продукції – т.

Добова кількість продукції – 13500 т.

Питома витрата стічних вод, м³ – 1,14.

Кількість робочих змін – 3.

Коефіцієнт нерівномірності – 1,25.

2 система - стічні води 50%.

Фізико-хімічна характеристика стічних вод:

- категорія стічних вод – 2;
- температура – 22 °С;
- рН – 7,2;
- завислі речовини – 500 мг/ дм³;
- БСК₅ – 380 мг/дм³;
- ХСК – 750 мг/дм³;
- сухий залишок – 5000 мг/ дм³;
- феноли – 2-3 мг/дм³;
- азот амонійний – 20 мг/ дм³;
- загальна жорсткість – 50 мг-екв/дм³;
- нафтопродукти – 2000 мг/дм³.

Стічні води після очистки скидаються у водойму.

2.2 Характеристика технології виробництва, місце утворення стічних вод та характеристика їх забруднень.

Нафтопереробні заводи можуть бути п'яти профілів: 1-паливного з неглибокою схемою переробки; 2-паливного з глибокою схемою переробки; 3-паливного з неглибокою схемою переробки з масляним виробництвом; 4 - паливного з глибокою схемою переробки з масляним виробництвом; 5 - паливного з глибокою схемою переробки з нафтохімічним виробництвом.

Сировиною для заводів всіх видів є нафта. До складу НПЗ незалежно від його профілю входять наступні основні установки: електрознесолювача (ЕЛЗУ) для підготовки нафти з метою її зневоднення і знесолення; комбінована або атмосферно-вакуумна трубчасті установки (АВТ), призначені для прямої перегонки нафти на фракції, що відрізняються температурою кипіння; лужного очищення нафтопродуктів від неграничних вуглеводнів, смолистих і інших речовин; гідроочищення дизельного палива; виробництва бітуму; отримання сірки, а в ряді випадків парафіну і ароматичних вуглеводнів. На заводах з глибокою переробкою нафти є установки: термічного або каталітичного крекінгу важких нафтопродуктів з отриманням легких фракцій; газофракційна для розділення суміші газів і спрямування їх на подальшу хімічну переробку; переробки парафіну з отриманням синтетичних жирних кислот і т. д. Кількість води в системі оборотного водопостачання нафтопереробних заводів перевищує кількість стічних вод у 10-20 разів. В оборотних водах допускається вміст: 25 мг/л нафтопродуктів, 25 мг/л зважених речовин, 500 мг/л сульфатів, 300 мг/л хлоридів; карбонатна тимчасова жорсткість не повинна перевищувати 5мг-екв/л.

На території НПЗ підлягають відведенню виробничі, атмосферні та побутові стічні води. Виробничі СВ утворюються в результаті зневоднення нафти, що надходить на переробку з вмістом води до 2 %, і за рахунок води, використаної при переробці нафти та її продуктів.

Сучасний НПЗ витрачає сотні мільйонів кубічних метрів води на рік. Витрата води на переробку 1 т нафти при температурному перепаді води 25°C, що подається і відводиться складає в середньому 30-120 м³. Основна кількість води в середньому 90% витрачається на конденсацію і охолодження нафтопродуктів у поверхневих апаратах ,конденсацію пари, охолодження обладнання. Вода при цьому тільки нагрівається до 45°C, а не забруднюється, тому що не контактує з нафтою і нафтопродуктами. Однак при несправності апаратури у воду може потрапити деяка кількість нафтопродуктів. Вода, нагріваючись, забруднюється нафтопродуктами, а при переробці сірчистої

нафти ще і сірководнем. На промивку продуктів, приготування розчинів реагентів та ін. витрачається близько 1% води, яка забруднюється нафтопродуктами, парафіном і жирами. Частина води надходить в систему оборотного водопостачання для продувки і поповнення втрати води.

Склад забруднених виробничих стічних вод нафтопереробних заводів досить різноманітний і визначається наявністю в них тих або інших домішок. У зв'язку з розвитком в даний час комплексної переробки нафти і газу, виготовленням синтетичних продуктів (спирту, ацетону, жирних кислот) на НПЗ виробничі СВ від хімічних цехів являють собою не просту суспензію нафтопродуктів у воді.

За характером основних забруднень ПСВ НПЗ поділяються на такі:

- що містять нафту, нафтопродукти і механічні домішки мінерального характеру;
- містять емульговану нафту, розчинені мінеральні солі і тверді механічні домішки;
- що містять сірчану кислоту, її солі та сірчистий газ;
- містять сірчисті сполуки, лугу;
- містять етиловий, метиловий і бутіловий спирти, формальдегід та інші органічні сполуки;
- містять жирні кислоти і парафіні;
- містять забруднення особливих видів (тетраетилсвинець, радіоактивні речовини, феноли);
- містять забруднення від виробництва каталізаторів.

Виробнича каналізація заводів здійснюється двома основними системами. В 1 систему каналізації відводяться виробничо-дощові стічні води, забруднені нафтопродуктами, які після механічної та одноступінчатої біологічної очистки використовуються на поповнення систем оборотного водопостачання. У 2 систему каналізації відводяться емульсійні і хімічно забруднені стічні води, що містять нафтопродукти, реагенти, солі та інші

органічні та неорганічні речовини, які після механічної і двоступеневої біологічної очистки, а в необхідних випадках і доочищення, направляються у водойму. У разі неприпустимість скидання у водойму стоки 2 системи каналізації після механічного очищення направляються на установку знесолення та знешкодження з подальшим використанням для потреб виробництв.

2.3 Обґрунтування системи водовідведення підприємства.

Із збільшенням продуктивності НПЗ і поглибленням процесів переробки нафти значно збільшилося споживання води і відведення її як в цілому по заводу, так і на одиницю нафти, що переробляється. На НПЗ схеми водопостачання і каналізації вирішуються комплексно. В основу рішення схеми повинен бути покладений принцип максимального використання води в системі оборотного водопостачання з подачею мінімальної кількості свіжої води з джерела, при мінімальному скиданні стічної води у водойму.

На нових НПЗ схемою передбачено дві основні системи виробничої каналізації: перша система каналізації, води якої після очищення використовуються для оборотного водопостачання, і друга система каналізації, води якої після очищення не можуть бути використані для оборотного водопостачання і підлягають спуску у водойму.

В даній роботі передбачена перша каналізаційна система, так як СВ після очищення направляються в оборотну систему водопостачання. До її складу входять решітки, пісоквловлювачі, нафтовловлювачі механізовані, розраховані на тривалість перебування води в них протягом 2 год., з підсобним господарством у складі аварійних комор, приміщення для вловлювачів, насосної з приймальним резервуаром для нафти і мулу, обробними резервуарами, установками електрознесолення системи МНІ, мулонакопичувача, дренажної НС, ставки додаткового відстоювання, піщані фільтри.

Споруди біологічної очистки виробничих СВ НПЗ доцільно поєднувати з спорудами біологічної очистки сусідніх підприємств і населених місць.

В основу проектів водопостачання та водовідведення покладено принцип забезпечення максимального обороту, який сприяє поліпшенню санітарного стану водойм. Критерієм для цього є коефіцієнт використання води як для кожної установки, так і для всього заводу. Коефіцієнт використання води в обороті визначається як відношення кількості гарячої води, що відходить від установки або від всього заводу в систему оборотного водопостачання, до кількості охолодженої води, що надходить на установку або на завод, з урахуванням кількості свіжої води. Коефіцієнт використання повинен наближатися до одиниці, тобто має бути прагнення до можливо більшого використання СВ без випуску їх у водойму.

2.4 Аналіз можливих методів очищення.

У загальному обсязі забруднених промислових стічних вод частка вод, що містять нафту та нафтопродукти чи не найзначніша. Очищення стічних вод від нафти, як правило, пов'язана з низкою труднощів, обумовлених тим, що частина нафти, іноді значна (до 1-3 г/л), знаходиться в емульгованому стані. Великі крапельки нафти добре спливають, важкі фракції нафти (мазути, бітуми) осідають на дно, тоді як емульгована нафта зберігає стійкий завислий стан. Особливо стійкий, при концентрації, що не перевищує 100 мг/л, в присутності ПАР або тонких мінеральних шламів, що оберігають частинки емульгованої нафти від злиття.

Відстоювання – найпростіший і досить поширений спосіб очищення нафтовмісних стічних вод. Здійснюється в нафтовловлювачах або ставках. Нафтовловлювачі призначені для затримання досить великих часток нафти, спливаючих зі швидкістю більше 0,3-0,4 мм/с. Ефективність їх роботи залежить від ступеня емульгованості нафти, її питомої ваги, температури води, а також від кількості і виду твердих механічних домішок. Як правило, застосовують нафтовловлювачі в якості першого ступеня очищення стічних вод від нафти, де затримують її основну кількість (60-70%). Винос нафти з нафтовловлювачів досить високий – 50-300 мг/л. І тому вони не вирішують проблему очищення від нафти з доведенням її концентрації до допустимих величин.

Ставки призначені для відстоювання нафтовмісних стічних вод протягом 6-48 годин. За цей час встигають спливати навіть дуже дрібні частинки нафти. Проте винесення нафти з них все ж залишається значним - 40-60 мг/л, хоча в окремих випадках відзначається винос 10-20 мг/л. Збільшення тривалості відстоювання в ставках до трьох і більше діб не призводить до зменшення виносу нафти. Експлуатація ставків представляє певні труднощі, пов'язані зі збором нафти з поверхні, особливо в зимовий час, коли підвищується в'язкість нафти і можливе підмерзання водного дзеркала. Тому ставки зазвичай грають роль споруд додаткового відстоювання (після нафтовловлювачів) або буферів, що оберігають водойми від попадання в них нафти при несправностях на очисних спорудах. Таким чином, відстоювання, навіть досить тривале, не в змозі забезпечити достатній ефект очищення нафтовмісних стічних вод.

Флотація – ефективний метод очищення від нафти, застосовується як у вітчизняній, так і в зарубіжній практиці. У більшості випадків використовують напірний спосіб і імпелерні установки. Рідше – вакуум-флотацію.

Напірну флотацію нафтовмісних стічних вод рекомендують при вмісті нафтопродуктів у вихідній воді не більше 250 мг/л. Насичення повітрям проводять у напірному резервуарі, розрахованому на 2-3 хвилини перебування стічних вод. Флотаційну камеру можна виконувати у вигляді горизонтального або вертикального відстійника з часом перебування стічних вод 20-30 хвилин, обладнаних пристроями для знімання піни з поверхні. При використанні реагентів сірчано - кислого алюмінію 50 мг/л і активованої силікатної кислоти 10 мг/л залишковий вміст нафтопродуктів складе 30-50 мг/л (25-30% початкового вмісту) ; без застосування реагентів ефект очищення – 50-60%.

Фільтрація нафтовмісних стічних вод можлива, оскільки частинки нафти добре прилипають до частинок фільтруючих матеріалів, кращим з яких є кварцовий пісок крупністю 0,5-1,5 мм. Висота фільтруючого шару 1-1,2, гравійного – 0,75-1 метр. Фільтрація води через піщані шари відбувається знизу вгору, що сприяє більш повному використанню завантажувального матеріалу. Конструкцію звичайних піщаних фільтрів при очищенні стічних рідин, що

містять нафту, доповнюють рядом спеціальних пристроїв (це обумовлено складністю відмивання зерен завантаження від налиплої на них нафти), а саме: системою подачі повітря під завантаження і його розподілу та системою подачі гарячої води, вибухобезпечною арматурою і апаратурою. На фільтри можна подавати стічні води із вмістом нафти не більше 60-80 мг/л, вміст механічних домішок при цьому не повинне перевищувати 50 мг/л. При швидкості фільтрації 2-5 м/год вміст нафти в фільтраті не перевищує 15-25 мг/л. Нормальна тривалість фільтроцикла – 3-5 діб. Промивку фільтрів здійснюють у два етапи : спочатку фільтр протягом 15 хвилин промивають гарячою водою (температура 60-80°C) з інтенсивністю 5 л/(м²·с) , одночасно подають повітря з інтенсивністю 7л/(м²·с), потім протягом 5 хвилин подають звичайну освітлену воду з інтенсивністю 7 л/(м²·с). При фільтрації стічних вод з температурою вище 40°C, тобто містять нафту з невеликою в'язкістю, перед промиванням виробляють продувку завантаження повітрям протягом 10 хвилин з інтенсивністю 20л/(м²·с). Промивну воду збирають у резервуар і направляють в голову очисних споруд, хоча це збільшує вміст емульгованих нафтопродуктів в оброблюваній воді. Внаслідок невисокого ефекту очищення і складності експлуатації застосування фільтрів для очищення від нафтопродуктів не зовсім доцільно. Мабуть, їх можна використовувати тільки як споруди доочищення стоків від залишків (10-20 мг/л) нафтопродуктів.

Біологічна очистка можлива при вмісті нафти в стічній воді не більше 50 мг/л та її загальній мінералізації не більше 10 г/л. При цьому бажано, щоб на 1 мг/л нафти припадало не менше 6,5-7,0 мг/л, БПК_{повн}. Очищення може здійснюватися на аерофільтрах, в аеротенках і біологічних ставках.

Аерофільтри з реактивним зрошувачем розраховують виходячи з окислювальної потужності 300 г БПК на добу на 1 м³ завантаження при подачі повітря 20 м³ на 1 м³ стічної рідини. Ефективність їх роботи з нафти не перевищує 40-50% , а по БПК₅ - 65-75%. Із-за малої ефективності аерофільтри недоцільно застосовувати в якості основних споруд біологічної очистки, але їх можна використовувати як другу сходинку аеротенків.

Аеротенки дозволяють знижувати вміст нафтопродуктів і БПК₅ на 80-95%. Рекомендується застосовувати аеротенки-змішувачі або аеротенки з розосередженою подачею стічних вод. В двоступеневій схемі біологічного очищення поєднуються аеротенки-змішувачі (перша ступінь) з аеротенками-витискувачами, аерофільтрами або біологічними ставками. Тривалість аерації в аеротенках становить 6-10 годин, окислювальну потужність приймають 900 - 1000 г/м³ на добу. Витрата повітря 20-25 м³ на 1 м³ стічних вод. Під регенерацію активного мулу виділяють 30% об'єму аеротенків. Концентрація активного мулу підтримується 3 г/л.

Звичайні біологічні ставки навіть при двомісячному перебування стічних вод знижують вміст нафти не більше ніж на 50%. Тому їх можна застосовувати тільки в якості другого ступеня біологічної очистки, при цьому отримують на виході з ставків концентрацію нафти 5-10 мг/л. Підвищують ефективність очищення в ставках шляхом штучної аерації з допомогою механічних аераторів, що розміщуються на понтонах. При сприятливому рельєфі створюють каскад ставків з аерацією за рахунок падіння рідини.

Досить перспективним напрямком біологічного очищення нафтовмісних стічних вод слід вважати вирощування і розвиток в аеротенках спеціальних культур бактерій. Здатних переробляти вуглеводні нафти в жири або білок, які потім можна використовувати в технічних цілях або згодовувати сільськогосподарським тваринам.

2.5 Технологічні розрахунки очисних споруд

2.5.1. Визначення витрат стічних вод та концентрації забруднення.

Витрата виробничих стічних вод:

- добова витрата за формулою (5):

$$Q_d^p = M \cdot q_{\text{пит}}$$

$$Q_d^p = 13500 \cdot 1,14 = 15390 \text{ м}^3/\text{доб}$$

де М - кількість одиниць продукції за добу, т;

$q_{\text{пит}}$ - питома витрата стічної води на одиницю продукції, м³/т.

Добовий витрата 2-ї системи (50%):

$$Q_d^2 = 15390 \cdot 0,5 = 7695 \text{ м}^3/\text{доб}$$

Часові витрати за формулою (6):

– середньо годинні:

$$q_{h \text{ mid}}^p = \frac{7695}{24} = 320,6 \text{ м}^3/\text{Г}$$

– максимально годинні:

$$q_{h \text{ max}}^p = 320,6 \cdot 1,25 = 400,8 \text{ м}^3/\text{Г}$$

– середньо секундні:

$$q_{s \text{ mid}}^p = \frac{320,6}{3,6} = 89,1 \text{ л/с}$$

– максимально годинні:

$$q_{s \text{ max}}^p = \frac{400,8}{3,6} = 111 \text{ л/с}$$

2.5.2. Приймальний резервуар.

Приймальний резервуар призначається для прийому стічних вод, що надходять на очисні споруди, гасіння швидкості потоку рідини. Резервуари передбачають з урахуванням надходження стічних вод по одному або двом трубопроводам і розташовують у насипу висотою до 5м. Розміри приймальної камери визначають залежно від величини витрати стічних вод, що надходить.

На підставі відомої кількості стічних вод ($q_{h \text{ mid}}^p = 320,6 \text{ м}^3/\text{Г}$), що скидаються підприємством, по довіднику проектувальника [4] приймаємо резервуар з розмірами:

довжина А =1500 мм;

ширина В =1000 мм;

висота Н =1300 мм.

2.5.3. Решітки-дробарки.

Залежно від секундної витрати стічних вод по методичним вказівкам прийнята решітка-дробарка марки РД-400, з сумарною площею отворів в барабані 0,119 м², число 3 робочих і резервних 1, швидкість руху рідини в отворах 0,885 м/с.

2.5.4. Пісковловлювачі з аерацією.

Пісковловлювачі передбачають для виділення із стічних вод важких мінеральних домішок при продуктивності очисних споруд понад 100 м³/добу.

Так як по витраті нашого підприємства, типовий пісковловлювач, що аерується прийняти не вдається, задаємося розмірами не типового пісковловлювача. Для цього визначимо площу дзеркала пісковловлювача:

$$F_s = \frac{q_{s \max}^p}{u_0}, \text{ м}^2$$

де $q_{s \max}^p$ – максимальний приплив стічних вод, м³/с;

u_0 – гідравлічна крупність затриманих часток, мм/с.

$$F_s = \frac{0,111}{0,00187} = 6 \text{ м}^2$$

Приймаємо аераційного пісковловлювача (2 відділення) з розмірами: ширина 1,0 м, довжина 3м. Площа одного пісковловлювача $f_1=3\text{м}^2$.

Об'єм осадової частини пісковловлювача:

$$W = \frac{0,0864 \cdot q \cdot p \cdot T \cdot P}{\gamma_{\text{п}}(100 - z_{\text{вол}})}$$

0,0864 - коефіцієнт для перекладу об'єму;

q – витрата стічної води, л/с;

p – кількість осаду, г/л;

T – час між вивантаженням осаду в добі, г;

P – вологість осаду в %;

$\gamma_{\text{п}}$ - питома вага піску, т/м³.

$$W = \frac{0,0864 \cdot 111 \cdot 0,05 \cdot 1 \cdot 80}{1,25(100 - 80)} = 1,53 \text{ м}^3$$

Витрата повітря, що подається в пісковловлювач:

$$q_{\text{аер}} = F_s \cdot I,$$

де інтенсивність аерації $I=3 \div 5 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{г}$;

$$q_{\text{аер}} = 6 \cdot 5 = 30 \text{ м}^3/\text{г од}$$

Переміщення піску по пристінному лотку до приймку здійснюється за допомогою трубопроводу гідрозмиву зі сприсками. Витрата технічної води для гідрозмиву визначаємо за формулою:

$$q_n = V_h \cdot L_{sc} \cdot b_{sc},$$

де $V_h=0,0065$ м/с – висхідна швидкість змивної води в лотку;

$b_{sc}=0,3$ м – ширина лотку

$L_{sc}=2$ м – довжина лотка.

$$q_n = 0,0065 \cdot 2 \cdot 0,3 = 0,0039 \text{ м}^3/\text{с}$$

Видалення піску з пісковловлювачів здійснюється гідроелеваторами на піскові майданчики.

2.5.5. Нафтовловлювач

На підставі добової витрати виробничих стічних вод за основними розмірами нафтовловлювача для нафтопереробних заводів прийнято нафтовловлювач з такими параметрами:

число секцій $n = 2$;

глибина проточної частини $h = 2$ м;

ширина: $b = 6$ м;

довжина: $L = 36$ м;

висота: $H = 3$ м.

Визначаємо середню горизонтальну швидкість:

$$v_p = \frac{q_{s \max}^p}{n \cdot b \cdot h} = \frac{0,111}{2 \cdot 6 \cdot 2} = 0,00462 \text{ м/с} = 4,6 \text{ мм/с}$$

$q_{s \max}^p$ – максимальна секундна витрата стічних вод, $\text{м}^3/\text{с}$. Зазвичай рекомендується приймати від 3 до 10 мм/с.

Розрахункова тривалість потоку води по споруді складе:

$$t_p = \frac{L}{v_p} = \frac{36}{0,00462} = 7792 \text{ с} = 2,16 \text{ год}$$

Тривалість спливання нафти:

$$t_c = \frac{h}{u_0} = \frac{2}{0,000694} = 2881,8 \text{ с} = 0,8 \text{ год}$$

u_0 – швидкість спливання нафтових часток (приймаємо 0,000694 мм/с).

Задовольняється умова, відповідно до якої повинна виконуватися нерівність: $t_p \geq t_c$.

Об'єм осаду затриманого в нафтовловлювачі:

$$W_{oc} = \frac{24 \cdot Q \cdot C_{en} \cdot E}{\rho \cdot (100 - P) \cdot 10^6} = \frac{24 \cdot 320,8 \cdot 360 \cdot 60}{1,5 \cdot (100 - 70) \cdot 10^6} = 3,7 \text{ м}^3$$

C_{en} – концентрація завислих речовин; мг/дм³;

E – ефект очистки по завислим речовинам, %

ρ – щільність осаду, кг/м³;

P – вологість осаду, %.

Об'єм обводненої нафти складає:

$$W_H = \frac{(C_{en} - C_{ex}) \cdot 24 \cdot Q}{\rho \cdot 10^6} = \frac{(2000 - 120) \cdot 24 \cdot 320,8}{0,89 \cdot 10^6} = 17,56 \text{ м}^3$$

C_{en} – початкова концентрація нафтопродуктів, мг/дм³

C_{ex} – концентрація нафтопродуктів після нафтовловлювача, мг/дм³

ρ – щільність обводненої нафти, кг/м³

2.5.6. Первинний радіальний відстійник.

Для виділення грубо дисперсних домішок з СВ застосовують відстоювання. За напрямом руху основного потоку води у відстійниках розрізняють: горизонтальні і вертикальні відстійники; різновидом горизонтальних відстійників є радіальні відстійники.

Об'єм СВ, що надходить на відстійник складе:

$$W = q_{h \max}^p \cdot t_{set} = 401 \cdot 6 = 2406 \text{ м}^3$$

$q_{h \max}^p$ – максимальна годинна витрата стічних вод, м³/год;

t_{set} – тривалість відстоювання, відповідна заданого ефекту очищення, год.

$$t_{set} = 6 \text{ год}$$

Площа дзеркала:

$$F = \frac{W}{H_{set}} = \frac{2406}{3,1} = 776 \text{ м}^2$$

H_{set} – глибина проточної частини відстійника, 3,1 м.

Площа проточної частини відстійника:

$$f_1 = \frac{F}{n} = \frac{776}{2} = 388 \text{ м}^2$$

n – число відстійників.

Діаметр відстійника дорівнює:

$$D = \sqrt{\frac{4f_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 388}{3,14}} = 22 \text{ м}$$

По ТП 902-2-363.83 прийнято 2 відстійника діаметром 24 м, діаметр впускного пристрою 1,8 м, глибина проточної частини 3,1 м.

Об'єм затриманого осаду складе:

$$W_{mud} = \frac{Q_d^p (C_{en} - C_{ex})}{(100 - P_{oc}) \rho \cdot 10^4} = \frac{7700 \cdot (450 - 225)}{(100 - 93,5) \cdot 1,05 \cdot 10^4} = 16,9 \text{ м}^3/\text{доба}$$

P_{oc} - вологість осаду, %: $P_{oc} = 93,5\%$

C_{en} - концентрація суміші стічних вод, по завислим речовинам, які поступають в первинні відстійники, $C_{en} = 450$ мг/л;

C_{ex} - концентрація завислих речовин в освітленій воді, після відстійника, мг/л:

Кількість осаду по сухій речовині:

$$M_{mud} = \frac{Q_w \cdot (C_{en} - C_{ex})}{10^6} = \frac{8700 \cdot (450 - 225)}{10^6} = 1,73 \text{ т/доб}$$

2.5.7. Флотаційна установка.

Флотаційна установка призначена для зниження концентрації зважених речовин і нафтопродуктів в воді після очистки. Тиск в напірному резервуарі зазвичай приймають в межах 3-4 атм. В даному випадку робочий тиск прийнято рівним 3 атм. Тривалість насичення рідини повітрям визначиться за формулою:

$$t = \frac{\lg(P \cdot b - b_a) - \lg[(P - 1) \cdot b - Y]}{0,434 \cdot K_t} = \frac{\lg(3 \cdot 26 - 16) - \lg[(3 - 1) \cdot 26 - 40]}{0,434 \cdot 0,296} = 5 \text{ хв,}$$

P - робочий тиск, атм;

b - концентрація розчиненого повітря, відповідна повному насиченню, мг/л;

b_a - розчинність азоту при атмосферному тиску, мг/л;

Y - кількість повітря, що виділяється з розчину при зниженні тиску до атмосферного, мг/л;

K_t - константа швидкості розчинення повітря при даній температурі 1/хв.

Рекомендується приймати кількість повітря $a = 1 \div 2\%$ від об'єму стічних вод. Прийнята в розрахунку $a = 2\%$ або 20 мг/дм^3 . Визначаємо величину Y :

$$Y = a \cdot p_t = 20 \cdot 2 = 40 \text{ мг/дм}^3.$$

Тоді:

$$\rho_t = \frac{2,293}{1 + 0,00367 \cdot T} = \frac{2,293}{1 + 0,00367 \cdot 30} = 2$$

Об'єм напірного резервуара визначається за середньодобовим припливом:

$$W = Q \cdot t = 320,6 \cdot \frac{2}{60} = 11 \text{ м}^3.$$

Приймаються дві установки: 2 напірних резервуара об'ємом $6,0 \text{ м}^3$ кожен.

Розміри резервуарів: діаметр $2,0 \text{ м}$, висота циліндричної частини 3 м .

Об'єм флотатора:

$$W = \frac{q_{midh} \cdot t_{\text{фл}}}{(1 - K) \cdot 60} = \frac{360,2 \cdot 20}{(1 - 0,35) \cdot 60} = 164,5 \text{ м}^3$$

Площа камери флотатора:

$$F = \frac{W}{2 \cdot h} = \frac{164}{2 \cdot 1,5} = 54,8 \text{ м}^2$$

h – висота камери відстоювання.

Діаметр флотатора:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{3,14}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 54,8}{3,14}} = 8,36 \text{ м} \approx 9 \text{ м}$$

Приймаємо флотатор за ТП 902-2-291.

Об'єм пінного продукту:

$$W = \frac{Q \cdot C_H \cdot 100}{10^6 \cdot (100 - P)} = \frac{7700 \cdot 96 \cdot 100}{10^6 \cdot (100 - 98)} = 37 \text{ м}^3$$

2.5.8. Аеротенки-витискувачі.

Приймаємо аеротенк-витискувач з регенерацією активного мулу. Ступінь рециркуляції активного мулу повинна бути не нижче $0,6$ при самопливному

видалення мулу з вторинних відстійників і 0,3 для мулососів. Визначаємо ступінь рециркуляції активного мулу в аеротенках за формулою:

$$R_i = \frac{a_i}{\frac{1000}{J_i} - a_i},$$

де $a_i = 3 \text{ г/дм}^3$ – доза мулу в аеротенку, в діапазоні БСК от 1500÷300 мг/л;
 $J_i = 95 \text{ см}^3/\text{г}$ – муловий індекс:

$$R_i = \frac{3}{\frac{1000}{95} - 3}$$

Тривалість перебування стічних вод в аеротенку:

$$t_{at} = \frac{2,5}{\sqrt{a_t}} \cdot \lg \frac{L_{en}}{L_{ex}}$$

де L_{en} – БСК_{повн} стічної води яка надходить у аеротенк з урахуванням зниження БСК при первинному відстоюванні, мг/л. Ефективність зниження БСК при відстоюванні без інтенсифікації приймають 15-25%:

$$L_{ex} = L_{en} \cdot 0,80 = 380 \cdot 0,8 = 300 \text{ мг/дм}^3$$

L_{ex} – БСК_{повн} очищеної стічної води приймають з розрахунку необхідного ступеня очищення ($L_{ex}=150\text{мг/л}$).

Тривалість перебування стічної води у аеротенку:

$$t_{at} = \frac{2,5}{\sqrt{3}} \cdot \lg \frac{300}{150} \approx 2 \text{ год}$$

приймаємо 2 години.

Доза мулу в регенераторі буде:

$$a_r = a_i \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot R_i} + 1 \right) = 3 \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot 0,4} + 1 \right) = 8 \text{ мг/дм}^3$$

Питома швидкість окислення мг БСК_{повн} на 1г беззольної речовини мулу в 1г визначаємо за формулою:

$$\rho = \rho_{max} \cdot \frac{L_{ex} \cdot C_0}{L_{ex} \cdot C_0 + K_l \cdot C_0 + K_o \cdot L_{ex}} \cdot \frac{1}{1 + \varphi + a_r}$$

де $\rho_{max} = 59 \text{ мг/(г} \cdot \text{год)}$ – максимальна швидкість окислення, /табл. 40 [1];

$C_0 = 2 \text{ мг/л}$ – концентрація розчиненого кисню;

$K_i = 2 \text{ мгБСК}_{\text{повн}}/\text{дм}^3$ - константа, яка характеризує властивості органічних забруднюючих речовин;

$K_o = 1,66 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ – константа, яка характеризує вплив кисню;

$\varphi = 0,158$ – коефіцієнт інгібування продуктами розкладу активного мулу.

$$\rho = 59 \cdot \frac{150 \cdot 2}{150 \cdot 2 + 24 \cdot 2 + 1,66 \cdot 150} \cdot \frac{1}{1 + 0,158 \cdot 8} = 11,1 \text{ мг}/(\text{г} \cdot \text{год})$$

Тривалість окислення органічних забруднюючих речовин:

$$t_0 = \frac{L_{en} - L_{ex}}{R_i \cdot a_i \cdot (1 - s) \cdot \rho}$$

де $s = 0,3$ – зольність мулу:

$$t_0 = \frac{300 - 150}{0,4 \cdot 8 \cdot (1 - 0,3) \cdot 11,1} = 6,03 \text{ год}$$

Тривалість регенерації:

$$t_r = t_0 - t_{at} = 6,03 - 2 = 4,03 \text{ год}$$

Тривалість перебування води в системі аеротенк-регенератор:

$$t_{at-r} = (1 + R_i) \cdot t_{at} + R_i \cdot t_r = (1 + 0,4) \cdot 2 + 0,4 \cdot 4,03 = 4,41 \text{ год}$$

Середня доза мулу в системі аеротенк-регенератор:

$$a_{at-r} = \frac{(1 + R_t) \cdot t_{at} \cdot a_i + R_t \cdot t_r \cdot a_r}{t_{at-r}} = \frac{(1 + 0,4) \cdot 2 \cdot 3 + 0,4 \cdot 4,03 \cdot 8}{4,41} = 4,83 \text{ мг}/\text{дм}^3$$

Навантаження на мул:

$$q_i = \frac{24(L_{en} - L_{ex})}{a_{at-r}(1 - S)t_{at-r}} = \frac{24 \cdot (300 - 150)}{4,83(1 - 0,3)4,41} = 241,44 \text{ мг}/\text{г} \cdot \text{доб}$$

Об'єм аеротенка:

$$W_{at} = t_{at} \cdot (1 + R_i)q_a^W = 2(1 + 0,4) \cdot 401 = 1042,6 \text{ м}^3$$

Об'єм регенератора:

$$W_r = t_r \cdot R_i \cdot q_a^W = 4,03 \cdot 0,4 \cdot 401 = 646,4 \text{ м}^3$$

Загальний об'єм аеротенка с регенератором:

$$W = W_{at} + W_r = 1042,6 + 646,4 = 1689 \text{ м}^3$$

Відсоток регенерації:

$$r = \frac{W_r}{W} \cdot 100\% = \frac{646,4}{1689} \cdot 100 = 38,3\%$$

Відповідно відсотку регенерації приймаємо 3х коридорний 2-секційний аеротенк.

Площа аеротенку:

$$F = \frac{W}{H_{at}}$$

де $H_{at} = 3,2$ м – робоча глибина аеротенку, приймаємо за аналогією типового проекту.

$$F = \frac{1689}{3,2} = 527,8 \text{ м}^2.$$

Довжина коридору складає:

$$L = \frac{F}{B \cdot n \cdot m}$$

де $B = 4,5$ м – ширина коридору аеротенка;

n – число коридорів;

m – число секцій.

$$L = \frac{527,8}{4,5 \cdot 3 \cdot 1} = 39,09 \text{ м} \approx 39 \text{ м}$$

Розміри аеротенка: $B=4,5$ м; $H=3,2$ м; $L=40$ м. ТП 902-2-195.

Кількість мулу по сухої речовині:

$$P_i = 0,8 \cdot C_{cgn} + K_g \cdot L_{en}$$

де $C_{cgn} = C_{ex}$ – концентрація завислих речовин, які надходять в аеротенк після флотаційної установки, г/м^3 ;

L_{en} – БСК_{повн.} стічної води яка надходить у аеротенк (з урахуванням зниження БСК при первинному відстоюванні), г/м^3 ;

$K_g = 0,3$ – коефіцієнт приросту для міських і близьких до них за складом виробничих стічних вод.

$$M_{mud.a} = \frac{P_i \cdot Q_W}{10^6} = \frac{166,8 \cdot 7700}{10^6} = 1,28 \text{ т/доб}$$

$$P_i = 0,8 \cdot 96 + 0,3 \cdot 300 = 166,8 \text{ г/м}^3$$

Об'єм осаду:

$$W_{mud.a} = \frac{M_{mud.a} \cdot 100}{(100 - P_{mud.a}) \cdot \rho} = \frac{1,28 \cdot 100}{(100 - 99,5) \cdot 1,03} = 248,5 \text{ т/доб}$$

2.5.9. Вторинний радіальний відстійник.

Вторинні відстійники призначені для затримання активного мулу, що надходить разом зі стічною водою з аеротенків.

Всі типи вторинних відстійників, які влаштовуються після аеротенків, рекомендується розраховувати по навантаженню на поверхню.

Гідравлічне навантаження для відстійників після аеротенків визначаємо за формулою:

$$q_{ssa} = \frac{4,5 \cdot K_{ss} \cdot H_{set}^{0,8}}{(0,1 \cdot J_i \cdot a_i)^{0,5-0,01 \cdot a_t}}$$

де $K_{ss} = 0,4$ – коефіцієнт використання об'єму зони відстоювання, для радіальних відстійників;

$H_{set} = 3,1$ м – глибина проточної частини радіальних відстійників;

J_i – мулової індекс, приймаємо з розрахунку аеротенків;

a_i – концентрація активного мулу в аеротенках, приймаємо з розрахунку аеротенків;

$a_t = 10$ мг/л – концентрація мулу в освітленій воді, приймаємо рівною концентрації винесення зважених речовин вторинних відстійників згідно з розрахунком необхідного ступеня очищення.

$$q_{ssa} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3,1^{0,8}}{(0,1 \cdot 70 \cdot 3)^{0,5-0,01 \cdot 10}} = 1,32 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$$

Загальна площа дзеркала води вторинних відстійників після аеротенків:

$$F_{ssa} = \frac{q_{maxh}}{q_{ssa}} = \frac{401}{1,32} = 303,8 \text{ м}^2$$

Площа дзеркала води для одного відстійника складе:

$$f_{ssa} = \frac{F_{ssa}}{n}$$

де n – кількість відстійників, приймаємо 2, за умови, що всі відстійники є робочими[1].

$$f_{ssa} = \frac{303,8}{2} = 151,9 \text{ м}^2$$

Діаметр відстійників:

$$D_{ssa} = \sqrt{\frac{4 \cdot f_{ssa}}{\pi}} \sqrt{\frac{4 \cdot 151,9}{3,14}} = 14\text{м}$$

Приймаємо два вторинних відстійника $D_{ssa} = 18\text{м}$ (ТП 902-2-362.83)

2.5.10. Аеротенки – витискувачі (друга ступінь).

Аеротенки-витискувачі другого ступеня призначені для доочищення стічних вод.

Розрахуємо час перебування стічних вод в аеротенках другого ступеня:

$$t_{at} = \frac{2,5}{\sqrt{a_i}} \cdot \lg \frac{L_{en}}{L_{ex}}$$

де L_{en} – БСК_{повн} стічної води, що надходить в аеротенк з урахуванням зниження БСК в аеротенках першої ступені, мг/л: $L_{en} = 150$ мг/л

L_{ex} – БСК_{повн} очищеної стічної води приймають з розрахунку необхідного ступеня очищення (при повному біологічному очищенні приймають $L_{ex}=15\text{мг/л}$).

$$t_{at} = \frac{2,5}{\sqrt{3}} \cdot \lg \frac{150}{15} = 1,44 \text{ год}$$

приймаємо 2 години.

Доза мулу в регенераторі буде:

$$a_r = a_i \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot R_i} + 1 \right) = 3 \left(\frac{1}{2 \cdot 0,4} + 1 \right) = 6,75 \text{ мг/дм}^3$$

Питома швидкість окислення мг БСК_{повн} на 1г безольної речовини мулу в 1г визначаємо за формулою:

$$\rho = \rho_{max} \cdot \frac{L_{ex} C_0}{L_{ex} C_0 + K_1 C_0 + K_2 L_{ex}} \cdot \frac{1}{1 + \varphi a_r}$$

де $\rho_{max} = 59\text{мг}/(\text{г} \cdot \text{год})$ – максимальна швидкість окислення, табл. 40 [2]

$C_0 = 2\text{мг}/\text{дм}^3$ – концентрація розчиненого кисню;

$K_1 = 24\text{БСК}_{\text{повн}}/\text{дм}^3$ – константа, що характеризує властивості органічних забруднюючих речовин;

$K_2 = 1,66\text{мг O}_2/\text{дм}^3$ – константа, що характеризує вплив кисню;

$\varphi = 0,158$ – коефіцієнт інгібування продуктами розпаду активного мулу.

$$\rho = 59 \cdot \frac{15 \cdot 2}{15 \cdot 2 + 24 \cdot 2 + 1,66 \cdot 150} \cdot \frac{1}{1 + 0,158 \cdot 8} = 7,57 \text{ мг}/(\text{г} \cdot \text{год})$$

Тривалість окислення органічних забруднюючих речовин

$$t_0 = \frac{L_{ex} - L_{en}}{R_i a_r (1 - S) \rho}$$

де $S = 0,3$ – зольність мулу:

$$t_0 = \frac{150 - 15}{0,4 \cdot 6,75 \cdot (1 - 0,3) \cdot 7,57} = 9,4 \text{ год}$$

Тривалість регенерації:

$$t_r = t_0 - t_{at} = 9,4 - 2 = 7,4 \text{ год}$$

Тривалість перебування води в системі аеротенк-регенератор:

$$t_{at-r} = (1 + R_i)t_{at} + R_i t_r$$

$$t_{at-r} = (1 + 0,4) \cdot 2 + 0,4 \cdot 7,4 = 5,8 \text{ год}$$

Середня доза мулу в системі аеротенк-регенератор:

$$a_{at-r} = \frac{(1 + R_i)t_{at}a_i + R_i t_r a_r}{t_{at-r}}$$

$$a_{at-r} = \frac{(1 + 0,4) \cdot 2 \cdot 3 + 0,4 \cdot 7,4 \cdot 6,75}{5,8} = 5,0 \text{ мг}/\text{дм}^3$$

Навантаження на мул:

$$q_i = \frac{24(L_{en} - L_{ex})}{a_{at-r}(1 - S)t_{at-r}} = \frac{24 \cdot (150 - 15)}{5 \cdot (1 - 0,3) \cdot 5,8} = 205,4 \text{ мг}/(\text{г} \cdot \text{доб})$$

Об'єм аеротенку:

$$W_{at} = t_{at} \cdot (1 + R_i)q_a^W = 2 \cdot (1 + 0,4) \cdot 401 = 1042,6 \text{ м}^3$$

Об'єм регенератора:

$$W_r = t_r \cdot R_i \cdot q_a^W = 7,4 \cdot 0,4 \cdot 401 = 1034,6 \text{ м}^3$$

Загальний об'єм аеротенку з регенератором:

$$W = W_{at} + W_r = 1042,6 + 1034,6 = 2077,2 \text{ м}^3$$

Відсоток регенерації:

$$r = \frac{W_r}{W} \cdot 100\% = \frac{1034,6}{2077,2} \cdot 100\% = 49,8\%$$

Згідно з відсотком регенерації приймаємо 2х коридорний 2-секційний аеротенк.

Площа аеротенка:

$$F = \frac{W}{H_{at}}$$

де $H_{at} = 3,2$ м – робоча глибина аеротенка, приймаємо за аналогією з типовим проектом.

$$F = \frac{2077,2}{3,2} = 649 \text{ м}^2$$

Довжина коридору складе:

$$L = \frac{F}{B \cdot n \cdot m} = \frac{649}{4,5 \cdot 2 \cdot 2} = 36 \text{ м}$$

де $B = 4,5$ м – ширина коридору аеротенка;

n – число коридорів;

m – число секцій.

Розміри аеротенка: $B = 4,5$ м; $H=3,2$ м; ТП 902-2-195.

Кількість мулу по сухій речовині:

$$P_i = 0,8C_{cgn} + K_g + L_{en}$$

де $C_{cgn} = C_{ex}$ – концентрація зважених речовин, що надходять в аеротенк після флотаційної установки, г/м³;

L_{en} – БПК_{повне} надходить в аеротенк стічної води, г/м³; $L_{en} = 150$ г/м³

$K_g = 0,3$ – коефіцієнт приросту для міських і близьких до них за складом виробничих стічних вод.

$$P_i = 0,8 \cdot 96 + 0,3 \cdot 150 = 121,8 \text{ г/м}^3$$

$$M_{mud.a} = \frac{P_i \cdot Q_w}{10^6} = \frac{121,8 \cdot 7700}{10^6} = 0,94 \text{ т/доб}$$

Об'єм осаду:

$$W_{mud.a} = \frac{M_{mud.a} \cdot 100}{(100 - P_{mud.a}) \cdot \rho} = \frac{0,94 \cdot 100}{(100 - P_{mud.a}) \cdot 1,03} = 182,5 \text{ т/доб}$$

Маса осаду, затриманого в аеротенках 2-х ступенів:

$$M_{1-2}^{mud} = 2,23 \text{ т/доб}$$

Об'єм осаду, затриманого в аеротенках 2-х ступенів:

$$W_{1-2}^{mud} = 431 \text{ м}^3/\text{доб}$$

2.5.11. Третинний радіальний відстійник.

Третинні відстійники призначені для затримання активного мулу, що надходить разом зі стічною водою з аеротенків.

Всі типи третинних відстійників, що влаштовуються після аеротенків, рекомендується розраховувати по навантаженню на поверхню.

Гідравлічне навантаження для відстійників після аеротенків визначаємо за формулою:

$$q_{ssa} = \frac{4,5 \cdot K_{ss} \cdot H_{set}^{0,8}}{(0,1J_i a_i)^{0,5-0,01a_t}}$$

де $K_{ss} = 0,4$ – коефіцієнт використання об'єму зони відстоювання, для радіальних відстійників;

$H_{set} = 3,1$ м – глибина проточної частини радіальних відстійників;

J_i – мулової індекс, приймаємо з розрахунку аеротенків;

a_i – концентрація активного мулу в аеротенках, приймаємо з розрахунку аеротенків;

$a_t = 10$ мг/л – концентрація мулу в освітленій воді, приймаємо рівною концентрації винесення зважених речовин з вторинних відстійників згідно з розрахунком необхідного ступеня очищення.

$$q_{ssa} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3,1^{0,8}}{(0,1 \cdot 70 \cdot 3)^{0,5-0,01 \cdot 10}} = 1,32 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$$

Загальна площа дзеркала води вторинних відстійників після аеротенків:

$$F_{ssa} = \frac{q_{maxh}}{q_{ssa}} = \frac{401}{1,32} = 303,8 \text{ м}^2.$$

Площа дзеркала води для одного відстійника складе:

$$f_{ssa} = \frac{F_{ssa}}{n}$$

де n – кількість відстійників, приймаємо 2, за умови, що всі відстійники є робочими [1,2]:

$$f_{ssa} = \frac{303,8}{2} = 151,9 \text{ м}^2$$

Діаметр відстійників:

$$D_{ssa} = \sqrt{\frac{4 \cdot f_{ssa}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 151,9}{3,14}} = 14 \text{ м}$$

Приймаємо два третинних відстійника $D_{ssa} = 18 \text{ м}$ (ТП 902-2-362.83)

$$D_{ssa} = 18 \text{ м. ТП902-2-362.83}$$

2.5.12. Барабанні сітки

Барабанні сітки - призначені для попереднього проціджування стічних вод перед подачею їх на піщані фільтри. За даними витрати стічних вод приймаємо барабанні сітки розмірами 1,5x1,9 м. Число поясів барабана - 2. Площа фільтрації - 3,75 м². Швидкість обертання барабана 2,6 об/хв. Маса 2,2 т. Довжина 3620 мм, ширина 1850 мм, висота 2750 мм.

2.5.13. Фільтри.

Розраховуємо фільтри з полімерним завантаженням з пінополістиролу розмірами 20× 20× 20 м [1.п. 6.242-6.245] для доочищення стічних вод, добовий витрата 7700 м³/добу. Загальний коефіцієнт нерівномірності Коб.макс=1,25

Проектуємо одношарові фільтри з висхідним потоком води. Приймаємо:

$$v_{\phi} = 11 \text{ м/год}, n = 1 \text{ тривалість фільтроциклу 24 години}; W_2 = 4 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2,$$

$$t_2 = 10 \text{ хв} = 0,17 \text{ год}, W_3 = 6 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2), t_3 = 8 \text{ хв} = 0,13 \text{ год}, t_4 = 0,33 \text{ год}$$

Сумарну площу фільтрів визначаємо за формулою:

$$F_{\phi} = \frac{Q \cdot K(n + 0,005)}{24V_{\phi} - 3,6n(W_2t_2 + W_3t_3) - nV_{\phi}t_4}, \text{ м}^2$$

$$F_{\phi} = \frac{7700 \cdot 1,25(1 + 0,005)}{24 \cdot 11 - 3,6 \cdot 1 \cdot (4 \cdot 0,17 + 6 \cdot 0,13) - 1 \cdot 11 \cdot 0,33} = 38 \text{ м}^2$$

Кількість фільтрів визначається за формулою:

$$N = 0,5 \sqrt{V_{\phi}} = 0,5 \sqrt{38} = 3 \text{ шт.}$$

Площа одного фільтра складає:

$$F = \frac{F_{\phi}}{N} = \frac{38}{3} = 12,7 \text{ м}^2.$$

розмір в плані 4×4 м; в ремонті – 1 споруда:

$$v_{\text{форс}} = \frac{V_{\text{ф}} N}{N - N_p} = \frac{11 \cdot 3}{3 - 1} = 16,5 \text{ м/год.}$$

2.5.14. Буферний ставок

Буферні ставки влаштовуються після споруд для доочищення стічних вод і призначаються для прийому всіх стічних вод, які по тим або іншим причинам не можуть бути використані в системі оборотного водопостачання. Ці ставки забезпечують захист водойми від забруднення при різного роду несправностях та аварії на очисних спорудах. Об'єм буферного ставка:

$$W = q_{\text{midh}} T = 320,8 \cdot 48 = 15398 \text{ м}^3$$

T - час перебування стічних вод у буферному ставку, год.

2.5.15. Аеробний стабілізатор

В стабілізатор надходить не ущільнений надлишковий активний мул по сухій речовині:

$$M_{\text{mud.a}} = 2,23 \text{ т/доб, у об'ємі } W_{\text{mud.a}} = 431 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

Час мінералізації згідно [2] п. 6.365 T=4 діб. У мінералізатор надійде:

$$M = M_{\text{mud.a}} T = 2,23 \cdot 4 = 8,92 \text{ т/доб.}$$

В результаті мінералізації відбувається розпад беззольної речовини, кількість суміші аеробного бродіння зменшується на $a = 30\%$, S - зольність суміші аеробного бродіння, %

$$G = M_{\text{mud.a}} \left(1 - \frac{0,5a}{100} \left(1 - \frac{S}{100} \right) \right) = 2,23 \cdot \left(1 - \frac{0,5 \cdot 30}{100} \left(1 - \frac{27}{100} \right) \right) = 1,38 \text{ т/доб}$$

Об'єм надлишкового активного мулу, що надходить в мулоущільнювач при концентрації $C_1 = 20$ г/л складе:

$$Q_1 = \frac{1000G}{C_1} = \frac{1000 \cdot 1,38}{20} = 69 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

Витрата ущільненого мінералізованою мулу з концентрацією $C_2 = 30$ г/л:

$$Q_2 = \frac{1000G}{C_2} = \frac{1000 \cdot 1,38}{30} = 46 \text{ м}^3/\text{доб}$$

Витрата мулової води з мулоущільнювачів:

$$Q = Q_1 - Q_2 = 69 - 46 = 23 \text{ м}^3/\text{доб}$$

Довжина стабілізатора складе:

Прийнятий аеробний стабілізатор: 2 секції, шириною 9 м, висотою 3,5 м, ТП 902-2-289.

Кількість повітря складе при питомій витраті на об'єм споруди в годину 1-2 м³/м³

Об'єм зони відстоювання при 2 годинному перебуванні мулу:

$$W_1 = \frac{Q_1}{24} T = \frac{69}{24} \cdot 2 = 5,75 \text{ м}^3$$

Об'єм зони відстоювання при часі ущільнення 5 годин:

$$W_2 = \frac{Q_1}{24} T = \frac{69}{24} \cdot 5 = 14,4 \text{ м}^3$$

Об'єм аеробного стабілізатора:

$$W = W_{muda} T + W_1 + W_2 = 431 \cdot 5 + 5,75 + 14,4 = 2175 \text{ м}^2$$

Довжина стабілізатора складе:

$$L = \frac{W}{HBN} = \frac{2175}{3,5 \cdot 9 \cdot 2} = 34,5 \text{ м} \approx 3,5 \text{ м}$$

Прийнято аеробний стабілізатор: 2 секції, шириною 9 м, висотою 3,5 м, ТП 902-2-289.

Кількість повітря складе при питомій витраті на об'єм споруди в годину 1-2 м³/м³.

$$Q = Wq = 4350 \cdot 1,5 = 6525 \text{ м}^3$$

2.5.16. Мулові майданчики

Зневоднення заброджених і стабілізованих осадів часто проводиться на мулових майданчиках на природній основі, з поверхневим відводом води.

Мул підводиться до майданчиків та місця вивантаження по трубах, що укладаються з ухилом 0,01-0,03. Відстань між випусками осаду на карти в залежності від розмірів карт. Осад наливається на карти мулових майданчиків періодично, шарами 0,2-0,3 м.

Дренаж для відведення води яка відфільтрувалася влаштовують з азбестоцементних труб діаметром 100 мм, які укладають на відстані 4-8 м одна

від одної з ухилом дренажу 0,0025-0,003. Глибина закладення труб в початкових точках не менше 1,25 м.

Корисну площу мулових майданчиків визначаємо за формулою:

$$F_p = \frac{365W_{sb}}{hk} = \frac{365 \cdot 453,9}{1,5 \cdot 1} = 110449 \text{ м}^2$$

де W_{sb} – об'єм забродженого осаду, м³/доб;

h – навантаження осаду на мулові майданчики, прийнята у залежності від типу осаду по табл. 64 [2];

k – кліматичний коефіцієнт, приймаємо по рис.3 [2];

$$W_{sb} = W_{\text{відст}}^{\text{перв}} + W_{\text{стаб}} + W_{\text{песок}} + W_{\text{нафт}}$$

$$W_{sb} = 16,9 + 431 + 2,31 + 3,7 = 453,9 \text{ м}^3/\text{доб}$$

необхідна кількість карт:

$$n = \frac{F_p}{f} = \frac{110449}{4000} = 28$$

Прийняті типові майданчики 40×100 м.

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.5 - 75:2013 Основні положення проектування Каналізація. Зовнішні мережі та споруди
2. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. М., Стройиздат, 1985.
3. Яковлев С.В., Карелин Я.А. «Водоотводящие системы промышленных предприятий», Стройиздат, 1990.
4. Л.Ф.Долина. Современная технология и сооружения для очистки нефтесодержащих сточных вод.-Днепропетровск. Континент, 2005. - 296 с.
5. Справочник проектировщика. Канализация населенных мест и промышленных предприятий.-М.: Стройиздат.1981.
6. СЭВ и ВНИИ ВОДГЭС. Укрупненные нормы водотребования и водопотребления для различных отраслей промышленности. - М.:Стройиздат,1982.
7. Ласков Ю.М.,Воронов Ю.В. Примеры расчетов канализационных сооружений.-М.:Стройиздат,1987.
8. Карелин Я.А. Очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов.- М.:Стройиздат,1988.
9. Мацнев А.И. «Водоотведение на промышленных предприятиях», Стройиздат,1986.
- 10.Проектирование сооружений для очистки сточных вод (справочное пособие к СНиП) .- М.:Стройиздат,1990.
- 11.Кичигин В.И. Водоотводящие системы промышленных предприятий: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2011. – 656 с.

Додаток А Приклад компоновки споруд очищення промислових вод.

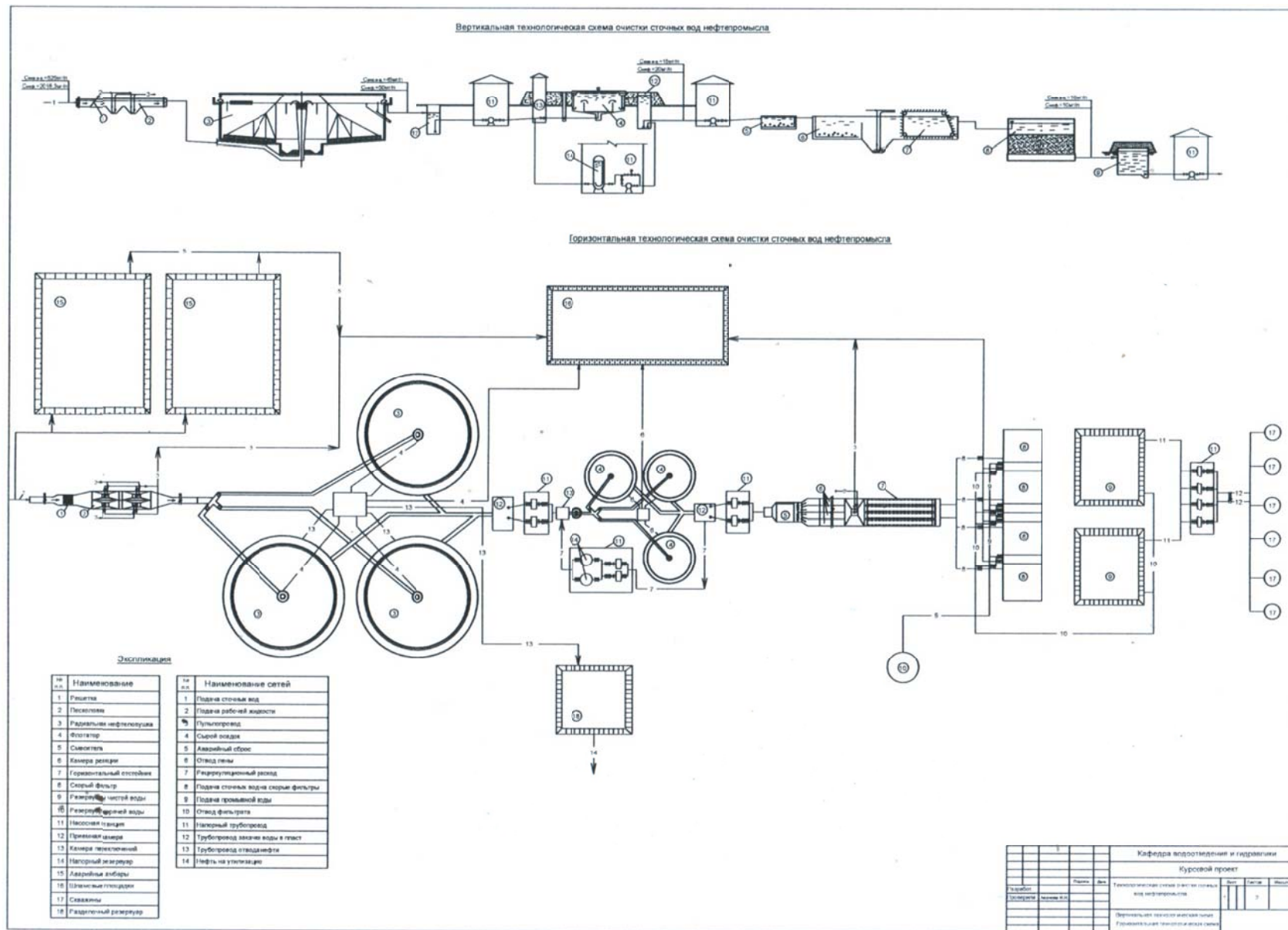


Рис 1. Приклад компоновки споруд очищення промислових вод.

Додаток Б. Схеми флотаційних установок

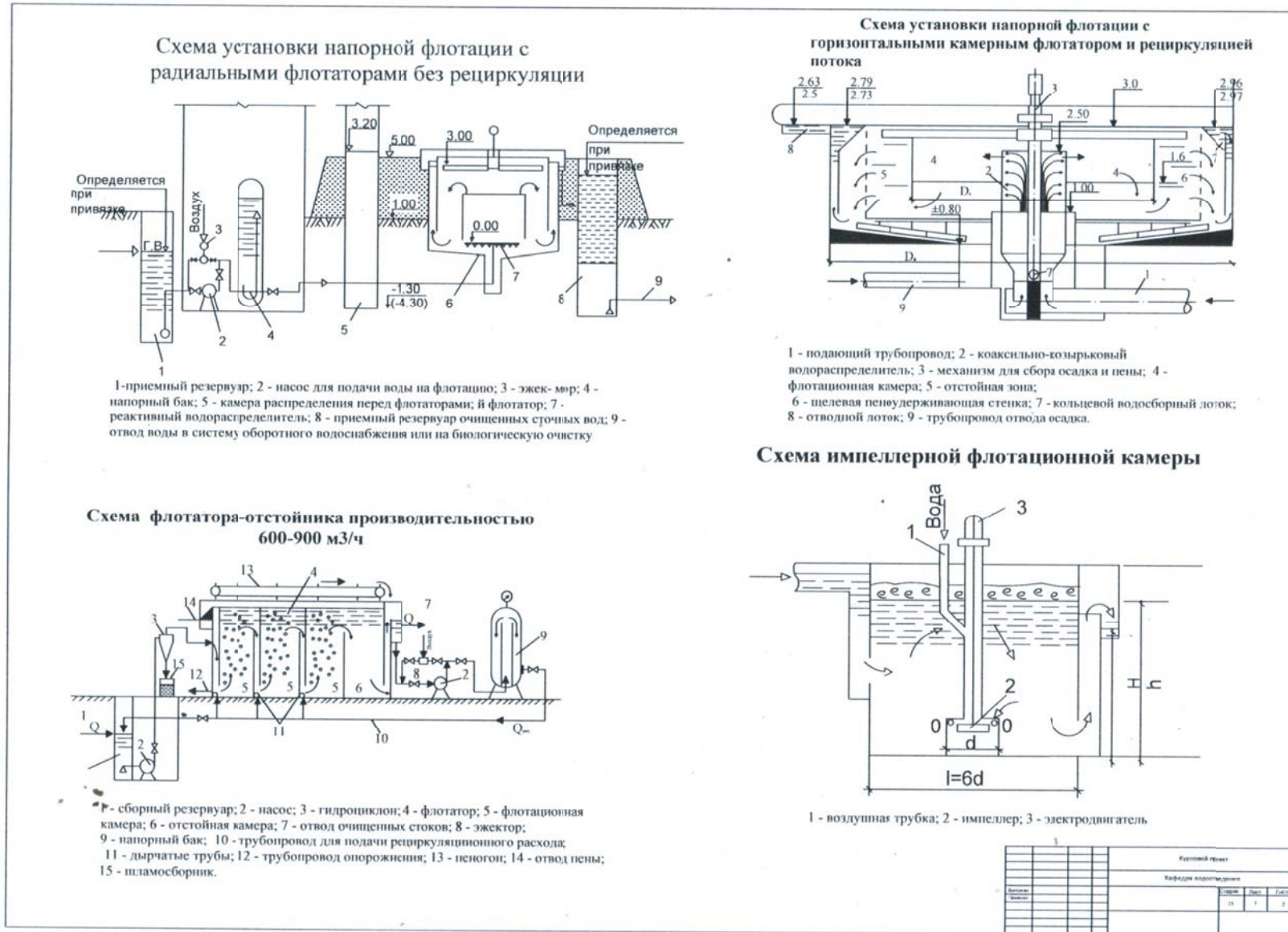


Рис 2. Схеми флотаційних установок. Горизонтальний та імпелерний флотатори

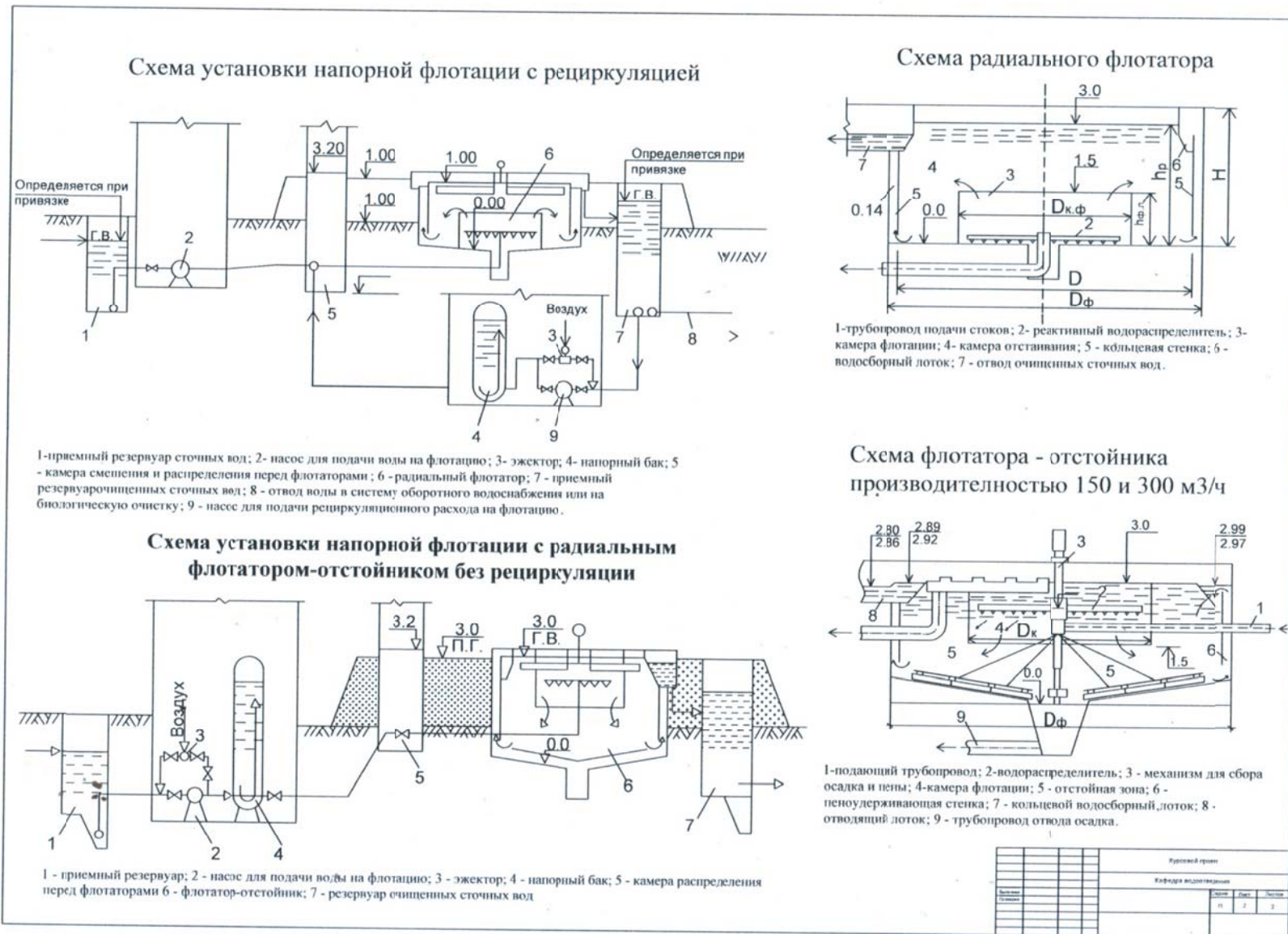


Рис 3. Схеми флотаційних установок. Флотатор-відстійник та радіальний флотатор.

