

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля**

Кафедра хімічної інженерії та екології

ТЕКСТИ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни «Обладнання та основи проектування природоохоронних об'єктів»
(для здобувачів вищої освіти спеціальності 101- Екологія)

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засідання кафедри
хімічної інженерії та екології
Протокол № 6 від 13.01.2021 р.

Сєвєродонєцьк, 2021

УДК 504.075

Тексти лекцій з дисципліни «Обладнання та основи проектування природоохоронних об'єктів» (для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 Екологія) / Укладач: Ожередова М.А. – Сєвєродонецьк: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2021. - 159 с.

Методичне видання спрямоване на формування у здобувачів вищої освіти теоретичних знань та практичних навичок щодо основних типів промислових, енергетичних, транспортних та інших забруднень і їх небезпечності для екосистем, а також методів і способів очистки різних техногенних забруднень атмосфери та гідросфери, методів відновлення техногенних ландшафтів, альтернативних технологій безвідходного виробництва, розвитку екологічно чистих виробництв.

Укладач:

М.А. Ожередова, к. т. н., доц.

Рецензент:

Є.І. Зубцов, к. т. н., доц.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
ТЕМА 1 ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ.....	6
1.1 Загальна характеристика методів та обладнання захисту атмосферного повітря від забруднення.....	6
1.2 Вилучення аерозолів з промислових викидів для захисту атмосферного повітря.....	18
1.3 Очищення промислових газів у мокрих пиловловлювачах.....	32
1.4 Очищення газів в електрофільтрах.....	36
ТЕМА 2 ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМ ГІДРОМЕХАНІЧНИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ РІДИННИХ СТОКІВ.....	40
2.1 Решітки.....	41
2.2 Осередники.....	42
2.3 Пісколовки.....	44
2.4 Відстійники.....	46
2.5 Гідроциклони.....	48
2.6 Нафтовловлювачі.....	50
2.7 Фільтри і центрифуги.....	51
ТЕМА 3 ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМ БІОХІМІЧНИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ РІДИННИХ СТОКІВ.....	54
3.1 Природні біологічні окиснювачі.....	55
3.2 Штучні біологічні окиснювачі.....	59
3.3 Обладнання систем доочищення стічних вод.....	65
ТЕМА 4 ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ РІДИННИХ СТОКІВ.....	68
4.1 Обладнання систем нейтралізації стічних вод.....	69
4.2 Обладнання коагуляційного методу очищення стічних вод.....	70
4.3 Обладнання систем сорбційного очищення стічних вод.....	72

4.4 Обладнання систем іонообмінного очищення стічних вод.....	74
4.5 Флотаційні установки.....	75
4.6 Обладнання систем електрохімічного очищення стічних вод.....	76
4.7 Обладнання для процесів екстракції, евапорації, кристалізації.....	81
ТЕМА 5 ПРИНЦИПИ ТА МЕТОДИКА ПРОЄКТУВАННЯ ПРИРОДООХОРОННИХ ОБ'ЄКТІВ.....	86
5.1 Загальні відомості.....	86
5.2 Етапи проектування.....	91
5.3 Зміст проекту.....	99
5.4 Проектування, як етап життєвого циклу об'єкта.....	105
5.5 Особливості та зміст навчального проектування.....	107
ТЕМА 6 ЗАСАДИ СТВОРЕННЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ВИРОБНИЦТВ НА СТАДІЇ ПРОЄКТУВАННЯ.....	110
6.1 Принципи проектування екологічно безпечних виробництв.....	111
6.2 Особливості процедури оцінки впливу діяльності на довкілля (ОВД).....	123
6.3 Порядок попереднього обґрунтування і узгодження проекту.....	130
6.4 Проектне оцінювання та контроль безпечності промислових підприємств	133
ТЕМА 7 ПРОЄКТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ВИРОБНИЦТВ.....	137
7.1 Наукове обґрунтування проекту та патентний пошук.....	137
7.2 Єдина система конструкторської документації.....	139
7.3 Інженерно-екологічні вишукування та вибір майданчика для будівництва	140
7.4 Генеральний план підприємства.....	142
7.5 Компонування обладнання екологічно безпечних підприємств.....	148
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	156

ВСТУП

Наведені в курсі матеріали спрямовані на формування у майбутніх фахівців теоретичних знань та практичних навичок необхідних для освоєння комплексу методів та підходів щодо вибору і обґрунтування використання обладнання для здійснення природоохоронних заходів та охорони довкілля, проектування окремих природоохоронних об'єктів і заходів з метою запобігання негативному впливу підприємств, що проектуються, чи діючих підприємств, споруд, обладнання або технологій на стан навколишнього природного середовища та здоров'я людей, а також оцінки ступеня екологічної безпеки господарської діяльності й екологічної ситуації на окремих територіях та об'єктах.

Метою лекційних занять є забезпечення здобувачів вищої освіти необхідним обсягом теоретичних знань щодо основних типів промислових, енергетичних, транспортних та інших забруднень і їх небезпечності для екосистем, а також методів і способів очистки різних техногенних забруднень атмосфери та гідросфери, методів відновлення техногенних ландшафтів, альтернативних технологій безвідходного виробництва, розвиток екологічно чистих виробництв.

В наслідок вивчення даного навчального курсу здобувач вищої освіти набуде наступних компетентностей:

1. Здатність обирати та обґрунтовувати технологічні схеми та устаткування з проведенням необхідних розрахунків та обґрунтуванням головних технологічних параметрів відповідно до вимог державних стандартів та нормативних документів.
2. Здатність розробляти та впроваджувати природоохоронні заходи та проекти.
3. Здатність пошуку інженерних рішень зі створення маловідходних та ресурсозберігаючих технологій з дотриманням вимог державних стандартів та нормативів.

ТЕМА 1

ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ

План

1.1 Загальна характеристика методів та обладнання захисту атмосферного повітря від забруднення.

1.2 Вилучення аерозолів з промислових викидів для захисту атмосферного повітря.

1.3 Очищення промислових газів у мокрих пиловловлювачах.

1.4 Очищення газів в електрофільтрах.

1.1 Загальна характеристика методів та обладнання захисту атмосферного повітря від забруднення

Основними джерелами забруднення атмосферного повітря є :

- промислові підприємства;
- транспорт;
- теплові електростанції.

Кожний з цих джерел пов'язаний з виділенням великої кількості специфічних токсичних речовин, що іноді не піддаються відразу ідентифікації, хоча номенклатура багатотоннажних забруднень порівняно мала.

Із газами, що викидаються в атмосферу надходять тверді, рідкі, паро- і газоподібні неорганічні й органічні речовини. Тому за агрегатним станом забруднювальні речовини підрозділяють на:

- тверді;
- рідкі;
- газоподібні;
- і змішані.

Промислові гази, що надходять в атмосферу, містять завислі тверді або рідкі частинки та являють собою двофазні системи. Причому суцільною фазою в

системі є гази, а дисперсною - тверді частинки або крапельки рідини. Такі системи називають аерозолями, які розділяють на пил, дим та тумани.

Аерозолі, що містять тверді частинки с розмірами більш 10 мкм називаються грубим пилом, від 1 до 10 мкм - дрібним пилом, а менше ніж 1 мкм - димом. Аерозолі з рідкими частками розмірами менш ніж 1 мкм називаються туманом.

Дисперсна фаза може складатися:

- з частинок однакової величини (монодисперсна система);
- з частинок різної величини (полідисперсна система).

Для зниження забруднення атмосфери від промислових викидів:

- удосконалюють технологічні процеси,
- здійснюють герметизацію технологічного встаткування,
- застосовують пневмотранспорт,
- будують різні очисні споруди.

Загалом усі методи запобігання забрудненню атмосфери промисловими викидами можна поділити на дві великі групи :

- пасивні;
- активні.

Пасивні пов'язані зі зменшенням концентрації забруднювальних речовин в атмосферному повітрі без зміни їх абсолютних кількостей, що надходять в атмосферу. До таких методів відноситься розведення викиду атмосферним повітрям, що здійснюється, наприклад, шляхом будівництва більш високих труб, які відводять викиди. Існують труби, висота яких досягає 250 метрів. Також до цієї групи методів різні автори відносять і організацію санітарно-захисних зон підприємств, раціональне розміщення джерел викидів на території та проведення заходів, які дозволяють неорганізовані викиди зробити організованими.

Активні методи зниження забруднення атмосфери зменшують абсолютну кількість забруднювальних речовин, які надходять в атмосферу. До них відносять технологічні і інструментальні методи.

Технологічні методи зниження забруднення атмосфери це:

- перехід виробництва на нову технологію, пов'язану з утворенням меншої кількості домішок, що попадають в атмосферу;
- перехід на менш ресурсо- і енергоємні технології;
- внесення змін у технологічний процес, які дозволяють зв'язувати забруднюючі речовини, що утворюються, чи перешкоджають їхньому утворенню.

До інструментальних методів зниження забруднення атмосфери відноситься обробка викиду в очисних спорудженнях.

Величезне значення у вирішенні проблеми захисту атмосферного повітря в Україні надається заходам науково-технічного характеру, зокрема, розробці нових мало- і безвідхідних технологій. З метою цього захисту робота промислових підприємств повинна організовуватись таким чином, щоб відходи, які утворюються, перетворювалися на нові продукти. Формула сучасного виробництва «Продукти та відходи» повинна поступово перетворюватися на формулу «Цільові продукти й побічні (вторинні) продукти», що характеризує безвідхідну технологію. Процес наближення виробництва до безвідхідної технології варто характеризувати відношенням кількості використаної сировини та енергії до загальних витрат сировини і енергії.

Відповідно до законів в промисловості розпочалися серйозні заходи щодо вдосконалювання різних виробництв й рекуперації відходів, зі створення процесів на основі маловідходної і безвідходної технології. У загальному вигляді ці заходи спрямовані на створення таких схем і режимів виробництва:

- комплексних схем, що дозволяють максимально використати всі інгредієнти сировини та шкідливих речовин і забезпечують дотримання нормативів у потоках, що відходять;
- енерго-технологічних схем з утилізацією тепла реакцій в результаті чого деякі виробництва, наприклад аміаку, перетворюються з енергоспоживаючих на ті, які виробляють енергію;
- технологічних режимів, що забезпечують випуск продукції високої якості, яку можна використати більш ефективно у більш тривалий строк.

При розробці маловідходних і безвідходних виробництв використовують системний аналіз, що дозволяє здійснювати синтез технологічної системи з обліком оптимальних економічних критеріїв окремих підсистем - елементів системи: - вузла видобутку й кондиціонування сировини;

- переробки сировини в цільовий продукт;
- виділення цільового продукту;
- утилізації уловлених у викидах забруднюючих речовин.

При цьому враховується взаємодія всіх елементів системи з навколишнім середовищем.

Дослідження вчених багатьох країн показують, що застосування маловідходної і безвідходної технології дозволить не тільки вирішити проблему захисту навколишнього середовища, але одночасно забезпечить високу економічну ефективність виробництва.

Дамо одне з багатьох визначень безвідходної технології. Безвідходна технологія - це такий спосіб здійснення виробництва продукції, при якому найбільш раціонально й комплексно використовуються сировина й енергія в циклі "сировинні ресурси - виробництво - споживання - вторинні ресурси" таким чином, що будь-які впливи на навколишнє середовище не порушують його нормального функціонування».

Власне кажучи, як видно з наведеного визначення, безвідходна технологія повинна зводитися до розумного планування й керування виробничою діяльністю людини з метою забезпечення мінімальних втрат сировини й енергії й максимального захисту навколишнього середовища.

У багатьох країнах поряд із розглядом технічних й економічних питань, пов'язаних зі створенням маловідходної і безвідходної технологій, ведуться широкі дослідження із прогнозування впливу розвитку економіки на стан навколишнього середовища.

Від хімічної промисловості багато в чому залежить ефективність здійснення заходів щодо охорони навколишнього середовища, тому що вона робить різні реагенти, коагулянти, флокулянти, сорбенти, іонообмінні матеріали, каталізатори,

які використовуються в системах очищення газів, що відходять. У науково-дослідних організаціях цієї галузі розробляються безвідходні та маловідходні процеси й ефективні методи очищення газів, що відходять.

Таким чином, основним напрямком охорони атмосферного повітря повинна бути розробка безвідходних і маловідходних технологічних виробництв. Однак - це завдання стратегічне й розраховане на тривалий період. В теперішній час найпоширенішим методом рішення цієї проблеми є розробка ефективних очисних установок для вловлювання й переробки газоподібних, рідких і твердих забруднюючих речовин.

Однак згідно з прийнятою Україною концепцією сталого розвитку країни пріоритет необхідно віддавати все ж таки активним методам захисту повітря від забруднення. Тому більш детально розглянемо технологічні методи запобігання забрудненню атмосфери.

Перевагою технологічних методів є:

- їхня надійність;
- незалежність від стану газоочисного устаткування, режимів його експлуатації та інших факторів;
- можливість утилізації відходів;
- більш повне використання вихідної сировини.

Зниження викидів за допомогою технологічних методів особливо ефективно, коли очищенню повинні піддаватися великі обсяги газів. Це вимагає створення громіздких і дорогих очисних споруд, що впливає на економічні показники виробництва.

Якщо на сучасному рівні розвитку промислових технологій за рахунок технологічних методів усунути чи знизити до допустимих значень викиди шкідливих речовин неможливо, тільки тоді прибігають до інструментальних методів газоочистки.

При чому методи очищення можна підрозділити на:

- регенеративні (відокремлюваний компонент не змінює своїх фізичних і хімічних властивостей і може бути або повернутий в основний технологічний процес, або використаний у первісному вигляді);

- деструкційні (відокремлюваний компонент у процесі очищення змінює свої фізичні і хімічні властивості).

Дуже важливо, щоб економічна характеристика будь-якого виду діяльності вимагала розгляду зроблених витрат і отриманих доходів для досягнення необхідного балансу екологічних та економічних чинників.

Повна технологічна схема очищення складається з етапів, на яких відбувається видалення кожного виду домішок:

- відділення твердих чи рідких (гетерогенних) домішок,
- уловлювання газоподібних (гомогенних) домішок за допомогою відповідних методів.

Технологія пиловловлення з урахуванням її задач і цілей включає наступні п'ять стадій:

- відведення викиду від джерела виділення;
- підготовка викиду до очищення;
- осадження зважених частинок (власне пиловловлення);
- вивантаження і транспортування уловленого пилу і шламів;
- утилізація чи поховання уловленого пилу і шламів.

Перша стадія (відведення викиду) у більшості випадків визначає кількість домішки, що викидається в атмосферу тому впливає на витрати щодо очищення викиду. Якщо відведення викиду організоване ефективно, тобто вдалося локалізувати викид, то витрати на очищення, як правило, будуть меншими. Якщо відведення проводиться неефективно, викиди, розведені повітрям, надходять на очищення в більшій кількості, тому для їхнього очищення необхідні апарати більшого обсягу і витрати будуть вище.

Друга стадія може включати :

- попереднє охолодження викиду;
- об'єднання викидів від групи устаткування;

- попереднє очищення в найпростіших пиловловлювачах з метою забезпечення оптимальних умов для застосування апаратів тонкого очищення.

Третя стадія визначає:

- доцільний механізм осадження частинок,
- вид газоочисного устаткування і параметри їхньої роботи для забезпечення необхідного ступеня очищення.

Від наявності і правильності прийняття рішень на четвертій і п'ятій стадіях залежать ступінь очищення і виключення вторинного забруднення середовища, що можливо як при вивантаженні сухого пилу з апаратів, так і при відсутності рішень по транспортуванню і використанню уловленого пилу. При застосуванні мокрих методів очищення промислових викидів та відсутності рішень з транспортування і очищенню стічних вод, що утворюються, може спостерігатися вторинне забруднення середовища.

Для кожного технологічного процесу важливо вибрати оптимальне рішення зі застосування газоочисного устаткування. Тому вибір базується на досить складному та детальному аналізі конкретної ситуації. Досить корисно для остаточного прийняття рішення враховувати існуючу класифікацію систем очищення.

Найбільш поширеною є класифікація систем очищення викидів, яка підрозділяє газоочисне устаткування за такими рівнями:

- складу речовин, що уловлюються;
- складу устаткування (способу очищення);
- ступеню впливу на основне виробництво;
- режиму експлуатації.

У першому рівні класифікації виділяють:

- видалення гетерогенних домішок;
- видалення гомогенних домішок.

В другому рівні класифікації виділяють варіанти конструкції газоочисного устаткування. В залежності від видів ресурсів виділяють для розгляду варіанти з використанням води, лужних розчинів, органічних сполук, твердих матеріалів.

У третьому рівні класифікації газоочисне устаткування підрозділяють в залежності від :

- кількості викидів від основного виробництва (продуктивність основного устаткування);
- концентрації забруднювальних речовин у технологічних газах та наявності гетерогенних домішок у газовому потоці;
- способів транспортування, утилізації і видалення матеріалів, що утворилися в результаті очищення;
- можливості використання очищених газів в основному виробництві;
- витрат, що виникають в основному виробництві в зв'язку з використанням процесу очищення.

Четвертий рівень класифікації базується на варіантах режиму експлуатації очисного устаткування, таких як, наприклад:

- швидкість газового потоку;
- швидкість потоку рідини;
- напрямок газового потоку;
- напрямок потоку рідини;
- розмір і тип насадки (сідла, тарілки, кільця);
- величина гідравлічного опору.

В свою чергу спосіб очищення пилогазового потоку визначається наступними групами факторів:

- необхідними ресурсами;
- параметрами вхідного потоку;
- параметрами вихідного потоку;
- впливом процедури очистки на основний виробничий процес;
- варіантом використання очищеного потоку;
- видом газоочисного устаткування.

Класифікація методів й апаратів для знешкодження газових викидів від різних домішок наведена на рис. 1.1.

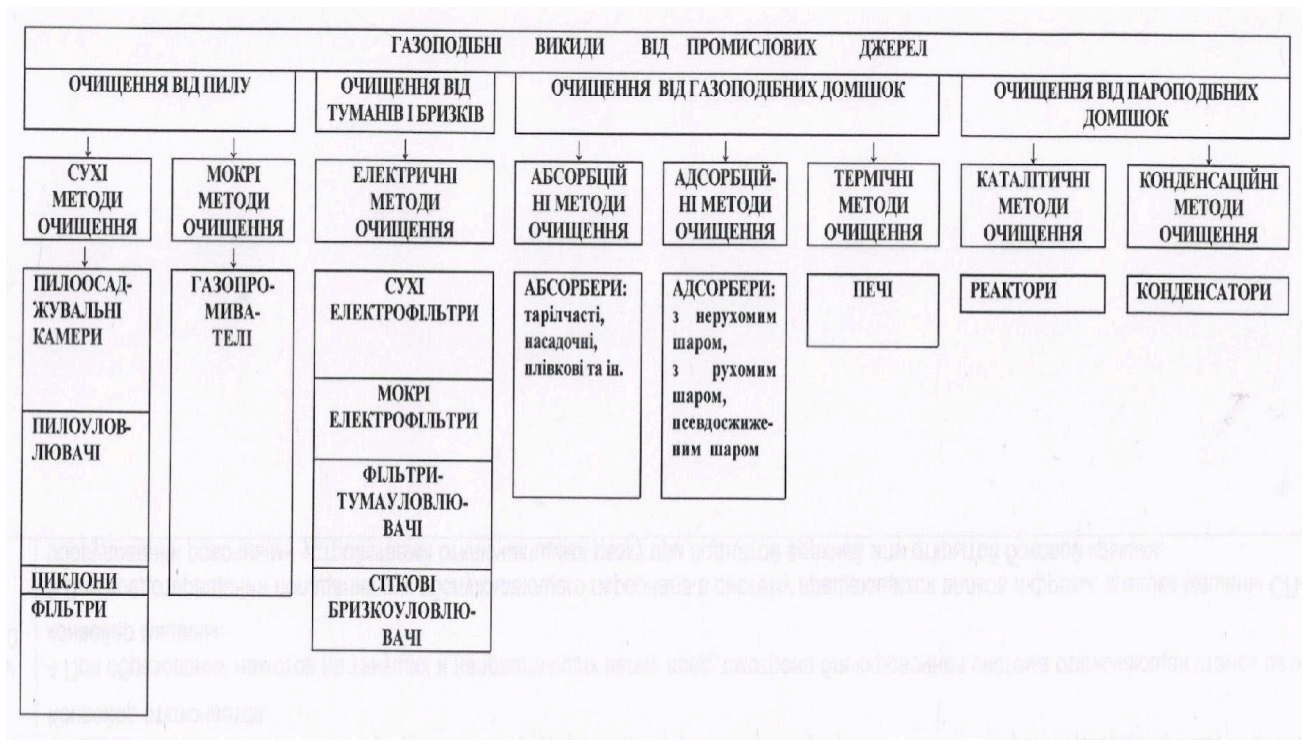


Рис. 1.1 - Класифікація методів та устаткування очистки промислових викидів

Ця класифікація є досить загальною. Вона не охоплює всіх існуючих методів і тим більше апаратів для газоочистки, однак дозволить розглянути основні та найбільш поширені.

Для уловлювання аерозолів (пилів і туманів) використовують сухі, мокрі і електричні методи. Крім того, апарати відрізняються друг від друга як за конструкцією так і за принципом осадження зважених частинок.

Принцип роботи апаратів, які уловлюють пил в сухому вигляді, базується на використанні різних механізмів осадження:

- гравітаційний;
- інерційний;
- відцентровий;
- фільтраційний.

У мокрих пиловловлювачах здійснюється контакт запилених газів з рідиною. При цьому осадження відбувається:

- на краплі;
- на поверхню газових міхурів;

- або на плівку рідини.

В електрофільтрах відділення заряджених частинок аерозолію відбувається на осаджувальних електродах.

Вибір методу і апарату для уловлювання аерозолів у першу чергу залежить від їхнього дисперсного складу. Рекомендують вибирати газоочисні апарати враховуючи розміри частинок пилу (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 - Рекомендований перелік газоочисного устаткування з урахуванням дисперсного складу пилу

Розмір частинок, мкм	Апарати
40 – 1000	Пилоосаджувальні камери
20 – 1000	Циклони діаметром 1 – 2 м
5 – 1000	Циклони діаметром 1 м
20 – 100	Скрубери
0,9 – 100	Тканеві фільтри
0,05 – 100	Волокнисті фільтри
0,01 - 10	Електрофільтри

Для знешкодження газів, що відходять, від газоподібних та пароподібних токсичних речовин застосовують наступні методи:

- абсорбції (фізичної чи хемосорбції);
- адсорбції;
- каталітичні;
- термічні;
- конденсації чи компримірування.

Абсорбційні методи очищення газів, що відходять, підрозділяють за наступними ознаками:

- за компонентом, що абсорбує;
- за типом застосованого абсорбенту;
- за характером процесу (с циркуляцією і без циркуляції газу);
- за способом використання абсорбенту (с регенерацією та поверненням його в цикл (циклічні) або без регенерації (не циклічні));

- за використанням компонентів, що вловлюють домішки (с рекуперацією і без рекуперації);

- за типом продукту рекуперації;

- за способом організації процесу очистки (періодичні чи безперервні);

- в залежності від конструктивних типів абсорбційних апаратів.

Для фізичної абсорбції на практиці застосовують воду, органічні розчинники, що не вступають у реакцію з газом і водяні розчини цих речовин.

При хемосорбції як абсорбент використовують водяні розчини солей і лугів, органічні речовини чи водні суспензії різних речовин.

Остаточний вибір методу очищення залежить від багатьох факторів:

- концентрації компонентів, які містяться у промислових газах;

- обсягу газу, який необхідно очистити;

- температури газів, що відходять;

- вмісту домішок;

- наявності хемосорбентів;

- можливості використання продуктів рекуперації;

- необхідного ступеня очищення.

Вибір роблять на підставі результатів техніко-економічних розрахунків.

Адсорбційні методи очищення газів використовують для видалення з них газоподібних і пароподібних домішок. Методи засновані на поглинанні домішок пористими тілами-адсорбентами. Процеси очищення проводять у періодичних або безперервних адсорберах. Перевагою методів є висока ступінь очищення, а недоліком - неможливість очищення запилених газів.

Каталітичні методи очищення засновані на хімічних перетвореннях токсичних компонентів у нетоксичні на поверхні твердих каталізаторів. Очищенню піддаються гази, що не містять пилу й каталітичних отрут. Методи використовуються для очищення газів від оксидів азоту, сірки, вуглецю і від органічних домішок. Їх проводять у реакторах різної конструкції.

У рекупераційній техніці поряд з іншими методами для вловлювання парів летючих розчинників використовують методи конденсації і компримірування. В

основі методу конденсації лежить явище зменшення тиску насиченої пари розчинника при зниженні температури. Суміш пари розчинника з повітрям попередньо охолоджують у теплообміннику, а потім конденсують.

Перевагами методу є простота апаратурного оформлення і експлуатації рекупераційної установки. Однак проведення процесу очищення пароповітряних сумішей методом конденсації сильно ускладнено, оскільки вміст парів летучих розчинників у цих сумішах звичайно перевищує нижню межу їх вибуху.

До недоліків методу також відносять високі витрати холодильного агента і електроенергії, а також низький відсоток конденсації пари (вихід) розчинників – він звичайно не перевищує 70-90%.

Метод конденсації є рентабельним лише при вмісті парів розчинника в потоці, що підлягає очищенню, починаючи з 100 г/м^3 , а це істотно обмежує область застосування установок конденсаційного типу.

Метод компримування базується на тім же явищі, що й метод конденсації, але стосується тільки парів розчинників, які перебувають під надлишковим тиском. Однак метод компримування більше складний в апаратурному оформленні, тому що в схемі уловлювання парів розчинників необхідний компримуючий агрегат. Крім того, цей підхід зберігає всі недоліки, які властиві методу конденсації, і не забезпечує можливість уловлювання парів летучих розчинників при їхніх низьких концентраціях у газоповітряних сумішах.

Термічні методи (методи прямого спалювання) застосовують для знешкодження газів від токсичних, а також домішок з неприємним запахом, які легко окислюються. Методи засновані на спалюванні горючих домішок у топках печей або смолоскипових пальників. Перевагою методу є простота апаратури та універсальність використання. Недоліками вважається додаткова витрата палива при спалюванні низько концентрованих газів, а також необхідність додаткового абсорбційного або адсорбційного очищення газів після спалювання.

Слід зазначити, що складний хімічний склад викидів і високі концентрації токсичних компонентів заздалегідь визначають багатоступінчасті схеми очищення, що представляють собою комбінацію різних методів.

За наявності зважених часток в газовій фазі все газу можна розділити на 3 основні типи:

- Пилоповітряна суміш. Діаметр зважених часток від 3-50 мкм.
- Дими. Діаметр зважених часток від 0,01-1 мкм.
- Туман. Це рідкі зважені частинки. Діаметр зважених часток приблизно такий же як у перших 2-ух.

Класифікація апаратів для очищення від зважених часток:

1. Гравітаційні апарати - садження частинок здійснюється під дією сил тяжіння.
2. Апарати мокрого очищення: відцентрові, пінні, статичні.
3. Фільтри - залежно від конструкції мають кілька типів: тканинні, пластинчасті, електричні.
4. Апарати електричного очищення: трубчасті, пластинчасті.
5. Гіперочістка або гіперфільтри (дуже тонке очищення).

1.2 Вилучення аерозолів з промислових викидів для захисту атмосферного повітря

На промислових підприємствах практично неможливо уникнути пилоутворення. Конкретизуємо таке досить широке поняття, як «промисловий пил». Відомо, що пил – це зважені частинки твердих речовин, що утворюються внаслідок механічного подрібнення твердих матеріалів у порошкоподібний стан, в процесі механічної обробки, обпікання, висушування, завантажування, змішування, дозування, просіювання та транспортування насипних матеріалів, а також при спалюванні твердого палива. Тому досить актуальною є задача захисту атмосфери від викидів промислового пилу.

Найбільш поширеним способом захисту повітря від забруднення є використання інструментальних методів, які дозволяють значно знизити кількість забруднюючих речовин, які надходять з промисловими викидами. Надійність й ефективність роботи систем газоочистки залежать від:

- фізико-хімічних властивостей частинок, що підлягають уловлюванню;
- основних параметрів пилогазових потоків.

Для того, щоб зробити правильний вибір проводять детальний аналіз фізико-хімічних властивостей пилу за наступними критеріями:

- щільність частинок;
- дисперсний склад;
- адгезивні властивості;
- абразивні властивості;
- змочуваність;
- гігроскопічність;
- електропровідність шару пилу;
- електричний заряд частинок;
- здатність частинок до самозаймання чи утворення вибухонебезпечних сумішей з повітрям.

Для вирішення практичних задач з визначення (хоча б у першому наближенні) методу і типу газоочисного обладнання є досить багато різних рекомендацій у спеціальній літературі. Наприклад, у табл. 1.2 наведені данні, які можуть допомогти зробити необхідний вибір.

Таблиця 1.2 – Рекомендований тип газоочисних апаратів в залежності від дисперсного складу пилу

Розмір частинок, мкм	Апарат
40 - 1000	Пилоосаджувальні камери
20 – 1000	Циклони діаметром 1 – 2 м
5 - 1000	Циклони діаметром 1 м
20 – 100	Скрубери
0,9 – 100	Тканинні фільтри
0,05 – 100	Волокнисті фільтри
0,01 - 10	Електрофільтри

Очищення промислових газів у сухих механічних пиловловлювачах

До сухих механічних пиловловлювачів відносять апарати, у яких використані різні механізми осадження:

- гравітаційний (під дією сил тяжіння);

- інерційний (камери, осадження пилу в яких відбувається в результаті зміни напрямку руху газового потоку або установки на його шляху перешкоди);
- відцентровий (вилучення пилу з потоку з використанням відцентрових сил);
- фільтраційний (вилучення частинок в результаті сил дифузії, інерції та електростатичного тяжіння).

Перераховані апарати відрізняються простотою виготовлення і експлуатації, їх досить широко використовують у промисловості. Однак ефективність уловлювання в них пилу не завжди виявляється достатньою, у зв'язку з чим вони часто виконують роль апаратів попереднього очищення газів.

Гравітаційні пиловловлювачі є найбільш простими і дешевими пристроями. Основні типи пилоосаджувальних камер наведено на рис. 1.2. Їх виготовляють пустотілими (рис. 1.2 б), а також з горизонтальними полицями (камера Говарда) чи вертикальними перегородками. Найефективнішими є гравітаційні пиловловлювачі з вертикальними перегородками.

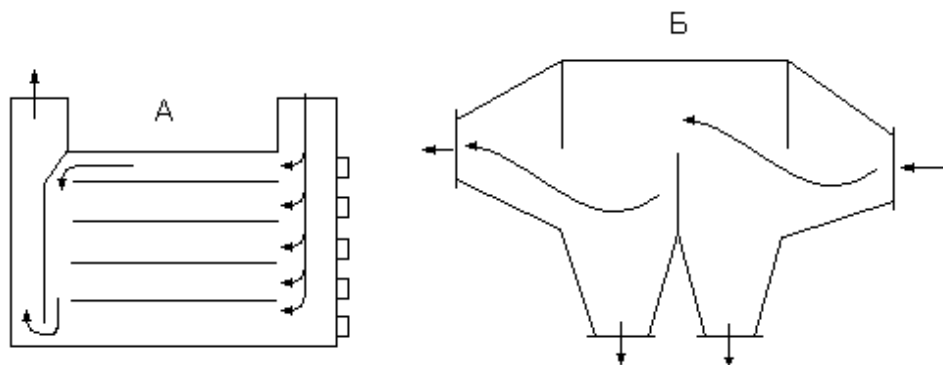


Рис. 1.2 - Основні типи пилоосаджувальних камер

Опишемо принцип роботи пиловловлювачів з вертикальними перегородками. Запилене повітря подається через вхідний патрубок, і, наштовхуючись на перепони, зменшує швидкість. Частинки пилу внаслідок зменшення швидкості і під дією власної ваги осідають у бункері, а очищене повітря виходить через спеціальний патрубок в атмосферу. Гравітаційні камери використовують для осадження лише крупного пилу. Частинки пилу менше 10

мкм практично не осідають у камерах , а в межах 10 – 100 мкм ефективність осідання практично не перевищує 40 %. Для досягнення прийнятної ефективності очищення газів необхідно щоб частинки перебували в камері можливо більше тривалий час.

Інерційні пиловловлювачі

У апаратах цього типу осадження пилу відбувається в результаті зміни напрямку руху газового потоку або встановлення на його шляху перешкод. При різкій зміні напрямку руху газового потоку частинки пилу під впливом інерційної сили будуть прагнути рухатися в колишньому напрямку й після повороту потоку газів випадають у бункер.

Ефективність цих апаратів невелика і складає 65 – 85 % для частинок з розмірами 25 –35 мкм. Такі камери застосовують на заводах чорної й кольорової металургії.

Більш широке застосування для очистки промислових газів та димових газів електростанцій і котелень набули жалюзійні пиловловлювачі (рис. 1.3).

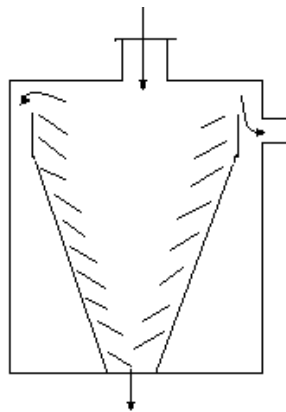


Рис. 1.3 - Жалюзійний пиловловлювач

Ці апарати мають жалюзійні ґрати, що складаються з рядів пластин або кілець. Газ, який потребує очистки, проходячи через ґрати, робить різкі повороти. Пилові частинки внаслідок інерції прагнуть зберегти первісний напрямок, що приводить до відділення великих частинок із газового потоку, тому ж сприяють їхні удари об нахилені площини ґрат, від яких вони відбиваються й відскакують убік від щілин між лопатками жалюзі. Призначення жалюзійної решітки –

поділити газ на два потоки – перший, який складає 80 – 90 % всієї кількості газу, і другий - 10 - 20 %. Перший потік, який пройшов крізь ґрати, містить невелику кількість пилу, а в другому вміщена основна маса пилу, тому його відсмоктують і направляють у циклон, де його очищають від пилу й знову зливають з першою частиною потоку, що пройшла через ґрати. Швидкість газу перед жалюзійними ґратами повинна бути досить високої (до 15 м/с), щоб досягти ефекту інерційного відділення пилу. На ступінь очищення впливає також швидкість руху газів, що відсмоктують у циклон.

Зазвичай жалюзійні пиловловлювачі застосовують для видалення пилу з розміром частинок більше 20 мкм. Основний недолік - зношування пластин при високій концентрації пилу. Ефективність уловлювання частинок залежить від ефективності самих ґрат, ефективності циклона, а також від частинки газу, що відсмоктується в нього.

Відцентрові пиловловлювачі

Циклони, які належать до цієї групи апаратів, найпоширеніші в промисловості. Вони мають наступні переваги:

- відсутність в апарату частин, що рухаються;
- надійність роботи при температурах газів аж до 500⁰С (для роботи при більше високих температурах циклони виготовляють зі спеціальних матеріалів);
- можливість уловлювання абразивних частинок пилу (проводять захист внутрішніх поверхонь циклонів спеціальними покриттями);
- уловлювання пилу в сухому виді;
- успішна робота при високих тисках газів; - простота виготовлення;
- збереження високої фракційної ефективності очищення, при збільшенні концентрацій пилу у газах.

Однак циклони мають і недоліки :

- погане вловлювання частинок розміром менше 5 мкм;
- неможливість їх використання для очищення газів від липких забруднень.

Схематична конструкція циклону наведена на рис. 1.4.

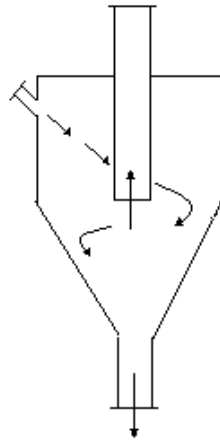


Рис. 1.4 – Циклон

Газ обертається усередині циклона, рухаючись зверху вниз, а потім рухається нагору. Частинки пилу відкидаються відцентровою силою до стінки. Звичайно в циклонах відцентрове прискорення в кілька сотень, а те й тисячу разів більше прискорення сили ваги, тому навіть досить маленькі частинки пилу не в змозі утримуватись газовим потоком, а під впливом відцентрової сили рухаються до стінки. В залежності від способу підведення газів в апарат циклони підрозділяють на такі види :

- зі спіральними підведенням;
- тангенціальним підведенням;
- гвинтоподібним підведенням;
- а також осьовим чи розеточним підведенням.

Циклони з осьовим (розеточним) підведенням газів працюють як з поверненням газів у верхню частину апарата, так і без нього. Цей вид є прямоточним і відрізняється низьким гідравлічним опором і меншою в порівнянні з іншими циклонами ефективністю. Найбільш кращим за формою з погляду аеродинаміки є підведення газів по спіралі. Однак на практиці всі способи підведення газу можуть використатися рівною мірою.

Також у промисловості прийнято розділяти циклони на вискоефективні та високопродуктивні. Вискоефективні мають більш високу ступінь уловлювання пилу, але вимагають більших витрат на здійснення процесу очищення.

Високопродуктивні циклони мають невеликий гідравлічний опір, але гірше вловлюють дрібні частинки.

На практиці широко використовують циклони циліндричні (із подовженою циліндричною частиною) і конічні (із подовженою конічною частиною). Циліндричні відносяться до високопродуктивних апаратів, а конічні - до високоефективних. Діаметр циліндричних циклонів не більше 2000 мм, а конічних - не більше 3000 мм.

Ефективність уловлювання частинок пилу в циклоні прямо пропорційна швидкості газів у ступені $1/2$ й обернено пропорційна діаметру апарата також у ступені $1/2$. Тобто процес доцільно вести при більших швидкостях газів і невеликих діаметрах апарату. Однак збільшення швидкостей може призвести до винесення пилу з циклона і різкому збільшенню гідравлічного опору. Тому доцільно збільшувати ефективність циклона за рахунок зменшення діаметра апарата, а не за рахунок росту швидкості газів.

Враховуючи вищенаведені закономірності стає зрозуміло чому при значних витратах газів, що очищають, застосовують групове компанування апаратів. Це дозволяє не збільшувати діаметр циклона, що позитивно позначається на ефективності очищення. Групові циклони досить поширені. Запилений газ входить через загальний колектор, а потім розподіляється між циклонними елементами.

Наступний вид циклонів - *батареїні циклони*. У цьому випадку об'єднують велику кількість малих циклонів (мультициклонів) у групу. Зниження діаметра циклонного елемента має на меті збільшення ефективності очищення. Елементи батарейних циклонів мають діаметр 100, 150 або 250 мм. Оптимальна швидкість газів в елементі лежить у межах від 3,5 до 4,8 м/с, а для прямоточних циклонних елементів від 11 до 13 м/с.

До класу відцентрових апаратів відносяться вихрові пиловловлювачі. Основною відмінністю вихрових пиловловлювачів від циклонів є наявність допоміжного закручуючого газового потоку.

Вихрові пиловловлювачі бувають соплового та лопаточного типу. В апаратах соплового типу запилений газовий потік закручується лопатковим завихрителем і рухається нагору, піддаючись при цьому впливу трьох струменів вторинного газу, що надходить із тангенціально розташованих сопел. Під дією відцентрових сил частинки відкидаються до периферії, де спіральний потік вторинного газу направляє їх униз, у кільцевий міжтрубний простір. Вторинний газ у ході спірального обтікання основного потоку поступово повністю проникає в нього. Кільцевий простір навколо вхідного патрубку оснащено підпірною шайбою, що забезпечує безповоротний спуск пилу в бункер.

Вихровий пиловловлювач лопаткового типу відрізняється тим, що вторинний газ відбирається з периферії очищеного газу й подається кільцевим апаратом з похилими лопатками. У якості вторинного газу у вихрових пиловловлювачах може бути використано свіже атмосферне повітря, частина очищеного газу або запилені гази. Найбільш вигідними є використання запилених газів у якості вторинного потоку. У цьому випадку продуктивність апарату підвищується на 40-65 % без помітного зниження ефективності очищення.

Як й у циклонів, ефективність вихрових апаратів із збільшенням діаметра падає. Оптимальна витрата вторинного газу становить 30 - 35% від первинного. Можуть бути батарейні установки, що складаються з окремих мультіелементів діаметром 40 мм. У порівнянні з циклонами вихрові пиловловлювачі мають наступні переваги:

- більш висока ефективність уловлювання високодисперсного пилу;
- відсутність абразивного зношування внутрішніх поверхонь апарата;
- можливість очищення газів з більше високою температурою за рахунок використання холодного вторинного повітря;
- можливість регулювання процесу сепарації пилу за рахунок зміни кількості вторинного газу.

Недоліки:

- необхідність додаткового пристрою для подачі вторинного газу;

- підвищення за рахунок вторинного газу загального обсягу газів, що проходять через апарат (у випадку використання атмосферного повітря);

- більша складність апарата в експлуатації.

Динамічні пиловловлювачі.

Очищення газів від пилу здійснюється за рахунок відцентрових сил і сил Кориоліса, які виникають при обертанні робочого колеса тягодутьєвого пристрою. Динамічний пиловловлювач споживає більше енергії, чим звичайний вентилятор з ідентичними параметрами по продуктивності й напору. Найбільше поширення одержав димосос-пиловловлювач. Він призначений для вловлювання частинок пилу розміром більше 15 мкм. За рахунок різниці тисків, створюваних робочим колесом, запилений потік надходить в «равлик» і здобуває криволінійний рух. Частинки пилу відкидаються до периферії під дією відцентрових сил і разом з 8 - 10 % газу відводяться в циклон, з'єднаний з равликом. Очищений газовий потік із циклона повертається в центральну частину равлика. Очищені гази через спеціальний апарат надходять у робоче колесо димососа-пиловловлювача, а потім через кожух викидаються у димар. Характеристики сухих механічних пиловловлювачів, які дозволять в основному зорієнтуватися наведені у табл. 1.3.

Таблиця 1.3 - Характерні параметри сухих механічних пиловловлювачів

Тип пиловловлювача	Максимальна продуктивність, м ³ /год.	Ефективність пиловловлення частинок різних розмірів, %	Верхня межа температури газів, °С
Осаджувальна камера	V _г	80 - 90 (50 мкм)	350 – 550
Циклон	85000	50 - 80 (10 мкм)	350 – 550
Вихровий пиловловлювач	3000	90 (2 мкм)	до 250
Батарейний циклон	170000	90 (5 мкм)	350 – 550
Інерційний пиловловлювач	127000	90 (2 мкм)	до 400
Динамічний пиловловлювач	42500	90 (2 мкм)	до 400

В основі роботи пористих фільтрів усіх видів лежить процес фільтрації газу через пористу перегородку, у ході якого тверді частинки затримуються, а газ

повністю проходить крізь неї. Фільтруючі перегородки досить різноманітні за своєю структурою, але в основному вони складаються з волокнистих або зернистих елементів і умовно підрозділяються на три типи:

- гнучкі пористі перегородки: тканинні матеріали із природних, синтетичних або мінеральних волокон; неткані волокнисті матеріали (повсті, клеєні чи голкопробивні матеріали, папір, картон, волокнисті мати); аркуші з ячеек (губчата гума, пінополіуретан, мембранні фільтри);

- напівтверді пористі перегородки - шари волокон, стружка, в'язані сітки, які розташовані на опорних пристроях або затиснуті між ними;

- тверді пористі перегородки: зернисті матеріали (пориста кераміка або пластмаса, спечені або спресовані порошки металів, пористе скло, вуглеграфітові матеріали й ін.); волокнисті матеріали (сформовані шари зі скляних і металевих волокон); металеві сітки й перфоровані аркуші.

У процесі очищення запиленого газу частинки наближаються до волокон або до поверхні зерен фільтруючого матеріалу, зіштовхуються з ними і осаджуються у результаті дії трьох головних сил - дифузії, інерції і електростатичного тяжіння. Проходячи через фільтруючу перегородку, потік розділяється на тонкі потоки. Частинки, маючи інерцію, прагнуть переміщатися прямолінійно, зіштовхуються з волокнами чи зернами фільтру і утримуються ним. Такий механізм характерний для захоплення великих частинок і проявляється сильніше при збільшенні швидкості фільтрування.

Електростатичний механізм захоплення частинок проявляється в тому випадку, коли волокна несуть заряди або поляризовані зовнішнім електричним полем.

У фільтрах уловлені частинки накопичуються в порах або утворюють пиловий шар на поверхні перегородки, і в такий спосіб самі стають для інших домішок частиною фільтруючого середовища. В процесі фільтрації накопичений пил зменшує пористість перегородки, а її опір зростає. Тому виникає необхідність видалення пилу і регенерації фільтра.

Залежно від призначення й величини вхідної й вихідної концентрації фільтри умовно розділяють на три класи.

Перший клас - це фільтри тонкого очищення (високоєфективні або абсолютні фільтри) - призначені для уловлювання з дуже високою ефективністю (більше 99%) субмікронних частинок із промислових газів з низькою вхідною концентрацією (менше 1 мг/м^3) та швидкістю фільтрування менше 10 см/с . Такі фільтри застосовують для уловлювання особливо токсичних частинок, а також для ультратонкого очищення повітря при проведенні деяких технологічних процесів. Вони не піддаються регенерації.

Другий клас - повітряні фільтри - використовують у системах приточної вентиляції і кондиціонування повітря. Працюють при концентрації пилу менш 50 мг/м^3 та при високій швидкості фільтрації - до $2,5\text{-}3 \text{ м/с}$. Ці фільтри можуть бути як ті, що піддаються регенерації, так і ті, для яких це неможливо чи недоцільно.

Третій клас - промислові фільтри, які застосовуються для очищення промислових газів з концентрацією до 60 г/м^3 . Вони бувають тканинні, зернисті та волокнисті. Фільтри регенеруються. Розгляду цього класу фільтрів необхідно приділити більшу увагу. Тканинні фільтри мають найбільше поширення. Бувають рукавні та рамочні. Можливості їхнього використання розширюються у зв'язку зі створенням нових температуростійких і стійких до впливу агресивних газів тканин.

Найбільше поширення мають рукавні фільтри. Корпус фільтрів являє собою металеву шафу, яка розділена вертикальними перегородками на секції, у кожній з яких розміщена група фільтруючих рукавів. Верхні кінці рукавів заглушені й підвішені до рами, з'єднаної зі струшуючим механізмом. Унизу є бункер для пилу зі шнеком для її вивантаження. Струшування рукавів у кожній із секцій виробляється по черзі.

У тканинних фільтрах застосовують фільтруючі матеріали двох типів - звичайні тканини, що виготовляють на ткацьких верстатах і повсті, які одержують шляхом збивання або механічного переплутування волокон різними методами. У

типових фільтрувальних тканинах розмір наскрізних пор між нитками досягає 100-200 мкм.

До тканин пред'являються наступні вимоги:

- висока пилоємність при фільтрації й здатність утримувати після регенерації таку кількість пилу, що досить для забезпечення високої ефективності очищення газів від тонкодисперсних твердих частинок;
- збереження, оптимально високої повітропроникності в запиленому стані;
- висока механічна міцність і стійкість до стирання при багаторазових вигинах,
- стабільність розмірів і властивостей при підвищеній температурі і агресивному впливі хімічних домішок, що перебувають у сухих і насичених вологою газах;
- здатність до легкого видалення накопиченого пилу;
- низька вартість.

Існуючі матеріали мають не всі зазначені властивості і їх вибирають залежно від конкретних умов очищення.

Волокнисті фільтри

Фільтруючий елемент цих фільтрів складається з одного або декількох шарів, у яких рівномірно розподілені волокна. Це фільтри об'ємної дії, тому що вони розраховані на вловлювання та накопичення частинок пилу переважно за всією глибиною шару. Суцільний шар пилу утвориться тільки на поверхні найбільш щільних матеріалів. Для цього типу фільтрів використовують природні або спеціально виготовлені волокна товщиною від 0,01 до 100 мкм. Такі фільтри використовують при концентрації дисперсної твердої фази 0,5 - 5 мг/м³ і тільки деякі грубоволокнисті фільтри застосовують при концентрації 5 - 50 мг/м³.

Розрізняють два виду промислових волокнистих фільтрів – сухі та мокрі. Сухі волокнисті фільтри бувають тонковолокнисті, електростатичні, глибокі та фільтри попереднього очищення. До мокрих волокнистих фільтрів відносять сіткові, самоочисні, с періодичним або безперервним зрошенням. Фільтри дозволяють очищати великі обсяги газів від твердих частинок усіх розмірів,

включаючи субмікронні. Їх широко застосовують для очищення радіоактивних аерозолів. Для очищення на 99 % (для частинок 0,05 - 0,5 мкм) застосовують матеріали у вигляді тонких аркушів або об'ємних шарів із тонких або ультратонких волокон (діаметр менш 2 мкм). Швидкість фільтрації у них становить 0,01 - 0,15 м/с.

Регенерація відпрацьованих фільтрів неефективна або неможлива. Вони призначені для роботи на тривалий строк (0,5 - 3 роки). Після цього фільтр заміняють на новий. Зі збільшенням концентрації пилу на вході (понад 0,5 мг/м³) термін їх служби значно скорочується.

Оптимальна конструкція фільтрів тонкого очищення повинна відповідати наступним основним вимогам:

- найбільша поверхня фільтрації при найменших габаритах; - мінімальний опір;
- можливість більше зручної й швидкої установки;
- надійна герметичність групової зборки окремих фільтрів.

Цим вимогам відповідають рамні фільтри. Фільтруючий матеріал у вигляді стрічки укладають між П-утворюючими рамками, які чергуються при зборці пакета відкритими й закритими сторонами в протилежних напрямках. Між сусідніми шарами матеріалу встановлюють гофровані роздільники, щоб не допустити примикання їх друг до друга. Матеріал для рамок: фанера, вініпласт, алюміній, нержавіюча сталь. Забруднені гази надходять в одну з відкритих сторін фільтра, проходять через матеріал і виходять із протилежної сторони.

Зернисті фільтри застосовуються для очищення газів рідше, ніж волокнисті фільтри. Переваги зернистих фільтрів:

- доступність матеріалу;
- можливість працювати при високих температурах та при умовах агресивного середовища;
- витримують більші механічні навантаження й перепади тисків, а також різкі зміни температури.

Розрізняють насадочні й тверді зернисті фільтри. У насадочних (насипних) фільтрах уловлювальні елементи (гранули, шматки й т. д.) не зв'язані один з одним. До них відносять :

- статичні (нерухомі) шарові фільтри;
- динамічні (рухливі) шарові фільтри із гравітаційним переміщенням сипучого середовища;
- псевдозріджені шари фільтру.

У насипних фільтрах як насадка використовується пісок, галька, шлаки, дроблені гірські породи, кокс, крихти гуми, пластмаси, графіть та ін. Вибір матеріалу залежить від необхідної термічної й хімічної стійкості, механічної міцності та доступності. В процесі накопичення пилу в порах насадки ефективність уловлювання зростає. При збільшенні опору до межі роблять розпушування шару. Після декількох циклів розпушування насадку промивають або заміняють. Є зернисті фільтри, які регенерують шляхом ворошіння або вібраційного струсу зернистого шару в середині апарата , а також фільтри із середовищем, що рухається, тоді матеріал переміщається між сітками або жалюзійними ґратами. Регенерацію матеріалу від пилу проводять в окремому апараті - шляхом просівання або промивання.

Перевагою таких фільтрів є стійкість до високої температури, корозії й механічним навантаженням, тому застосовуються для фільтрування стиснених газів.

Недоліком таких фільтрів є їх висока вартість, великий гідравлічний опір і труднощі регенерації.

Регенерацію таких фільтрів проводять чотирма способами:

- продуванням повітрям у зворотному напрямку;
- пропусканням рідких розчинів у зворотному напрямку;
- пропусканням гарячої пари;
- простукуванням або вібрацією трубних ґрат з елементами.

1.3 Очищення промислових газів у мокрих пиловловлювачах

Значного поширення на промислових підприємствах набули пиловловлювачі мокрого очищення повітря від пилу, особливо дрібнодисперсного (діаметром більше 0,3 – 1,0 мкм) у гарячих і вибухонебезпечних повітряних сумішах.

Пиловловлювачі мокрого очищення працюють за принципом осідання частинок пилу на поверхню крапель рідини або на плівку рідини під впливом сил інерції і броунівського руху молекул. Крім того на процес осідання частинок впливають:

- турбулентна дифузія;
- взаємодія електрично заряджених частинок пилу; - процеси конденсації чи випаровування та ін.

У віх випадках очищення повітря у мокрих пиловловлювачах важливим фактором є змочуваність частинок пилу рідиною. У мокрих пиловловлювачах у якості рідини, найчастіше використовується вода. Чим більша змочуваність, тим ефективніших процес очищення.

Перевага мокрого способу уловлювання пилу:

- невелика вартість;
- більш висока ефективність уловлювання зважених частинок;
- можливість використання для очищення газів від частинок розміром до 0,1 мкм;
- можливість очищення газу при високій температурі й підвищеній вологості;
- можливість очистки газів при небезпеці загоряння й вибухів уловленого пилу;
- можливість поряд із пилом одночасно вловлювати пароподібні й газоподібні компоненти.

Однак, слід відзначити низку недоліків мокрих пиловловлювачів:

- виділення вловленого пилу у вигляді шламу, що пов'язане з необхідністю обробки стічних вод, тобто з подорожчанням процесу;

- можливість віднесення краплі рідини й осадження їх із пилом у газоходах і димососах;
- необхідність створення зворотних систем водопостачання;
- у випадку очищення агресивних газів необхідність захищати апаратуру й комунікації антикорозійними матеріалами.

Водночас необхідно зазначити, що вказані недоліки незначно звужують сферу застосування мокрих пиловловлювачів. Ці апарати часто можна побачити на машинобудівних, ливарних, металургійних, нафтодобувних, деревообробних та інших підприємствах.

Залежно від поверхні контакту та способу дії мокрі пиловловлювачі підрозділяють на: порожні, насадочні скрубери, тарілчасті (барботажні та пінні), с рухливою насадкою, ударно-інерційної дії (ротоклони), відцентрової дії, механічні та швидкісні газопромивачі (скрубери Вентурі й ежекторні).

Іноді мокрі пиловловлювачі також підрозділяють по витратах енергії на:

- низьконапірні (форсуночні скрубери, барботери, мокрі відцентрові апарати й ін);
- середньонапірні (динамічні скрубери, газопромивачі ударноінерційної дії, ежекторні скрубери);
- високонапірні (із рухливою насадкою та скрубери Вентурі).

У результаті контакту запиленого газового потоку з рідиною утвориться міжфазна поверхня контакту. Ця поверхня складається з:

- газових пухирців; - газових струменів;
- рідких струменів;
- краплин;
- плівок рідини.

У більшості мокрих пиловловлювачів спостерігаються різні види поверхонь, тому пил уловлюється в них за різними механізмами.

Порожні газопромивачі

Найбільше поширення з апаратів цього класу набули порожні форсуночні скрубери. Вони являють собою колону круглого або прямокутного перетину, у якій здійснюється контакт між газом і краплями рідини.

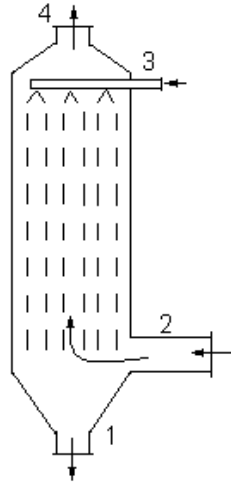


Рис. 1.5 – Схема форсуночного скрубера

1 - штуцер для вивода шлама; 2 - штуцер для вводу запыленого газу; 3 - штуцер для вводу води; 4 - штуцер для виводу очищеного газу.

Форсунки встановлюють у колоні в одному або декількох перетинах: іноді рядами до 14-16 у кожному перетині, іноді тільки по осі апарата. За напрямком руху газу й рідини порожні скрубери ділять на поперекточні, прямоточні і з поперечним підведенням рідини. При роботі без краплиновловлювачів частіше використовують поперекточні скрубери. Швидкість газу в них змінюється від 0,6 до 1,2 м/с. Скрубери з краплино вловлювачами працюють при швидкості газу 5 - 8 м/с. Скрубери забезпечують високий ступінь очищення тільки при вловлюванні частинок пилу розміром 10 мкм і малоефективні при вловлюванні частинок розміром менше 5 мкм. Висота скрубера становить приблизно 2,5 діаметру. Діаметр апарата визначається за рівнянням витрати, питому витрату рідини вибирають у межах 0,5 - 8 л/м³ газу.

Насадочні газопромивачі

Вони являють собою колони з насадкою навалом або регулярною. Їх використовують для вловлювання пилу, що добре змочується, але при невисоких концентраціях. Через часте забивання насадки такі газопромивачі використовують мало. Крім поперекпоточних колон на практиці застосовують насадочні скрубери

з поперечним зрошенням. Ефективність при вловлюванні частинок розміром більше або дорівнює 2 мкм перевищує 90%.

З всіх апаратів цього виду найбільш велике поширення в пиловловленні мають газопромивачі з рухливою насадкою. В якості насадки використовують кулі з полімерних матеріалів, скла або пористої гуми. Насадкою також можуть бути кільця, сідла й т.д. Основна вимога - щільність куль насадки не повинна перевищувати щільності рідини.

На промислових підприємствах часто застосовують барботажні пиловловлювачі. Вони працюють за принципом барботування суміші води і піни. На рис. 1.6 наведена схема барботажно-пінного пиловловлювача.

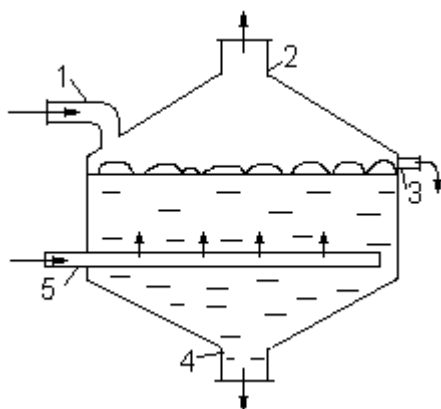


Рис. 1.6 - Схема барботажно-пінного пиловловлювача

1-штуцер для вводу ПАР і рідини; 2-для вивода очищеного газу; 3-для вивода забрудненої піни; 4-для вивода шламу; 5- для вводу запыленого газу.

Апарат працює таким чином. Запылене повітря надходить під решітку, а далі – через її отвори і, барботуючи через шар води і піни, очищається від частинок пилу завдяки їх осіданням на внутрішній поверхні повітряних бульбашок, які спливають на поверхню води. Ефективність процесу очищення повітря в основному залежить від швидкості барботування. Найбільша ефективність очищення повітря від дрібнодисперсного пилу досягає 95%.

У апаратах ударно-інерційної дії контакт газів з рідиною здійснюється за рахунок удару газового потоку об поверхню рідини з наступним пропусканням

газорідинної суспензії через отвори різної конфігурації або безпосереднім її відводом у сепаратор рідкої фази. У результаті такої взаємодії утворюються краплі діаметром 300 - 400 мкм. Газ із великою швидкістю входить у колону. При повороті на 180° відбувається інерційне осадження частинок пилу на краплях рідини. В основі процесу осадження лежить «механізм удару». Є й інші конструкції апаратів цього типу (скруббер Дойля). У нижній частині труби встановлені конуси для збільшення швидкості виходу газу. У щілині вона дорівнює 35 - 55 м/с. Газ ударяється об поверхню рідини, створюючи завісу із крапель.

При роботі *мокрих відцентрових пилоуловлювачів* застосовані сили інерції, які виникають при плавному викривленні потоку запиленого повітря та відцентрові сили.

1.4 Очищення газів в електрофільтрах

В електрофільтрах очищення газів від пилу відбувається під дією електричних сил. У процесі іонізації молекул газів електричним розрядом відбувається і зарядка частинок пилу (коронуючий електрод). Іони адсорбуються на поверхні порошин, а потім під дією електричного поля вони переміщуються й осаджуються на осаджувальних електродах.

Зарядка частинок у полі коронного розряду відбувається под дією двох механізмів:

- частинки пилу бомбардуються іонами, що рухаються під впливом електричного поля в напрямку силових ліній ;
- дифузії іонів.

Перший механізм переважає при розмірах частинок більше 0,5 мкм, другий - менше 0,2 мкм. Для частинок діаметром 0,2 - 0,5 мкм ефективні обидва механізми.

Таким чином, електроочистка включає наступні процеси:

- утворення іонів;
- зарядки частинок пилу;
- транспортування частинок пилу до осаджувальних електродів;

- періодичне руйнування шару пилу, що накопився на електродах;
- скидання вловленого пилу в бункер.

За конструктивними ознаками електрофільтри розрізняють :

- за напрямом ходу газів (на вертикальні і горизонтальні);
- за формою осаджувальних електродів (з пластинчастими, трубчастими і шестигранними електродами);
- за формою коронуючих електродів (голчастими, круглого або штикового перетину);
- за числом послідовно розташованих електричних полів на однопільні і багатопільні;
- за розташуванням зон зарядки й осадження на одно-зонні і двох зонні;
- за числу паралельно працюючих секцій на одне-секційні і багато-секційні.

Найпоширеніші електрофільтри с пластинчастими і трубчастими електродами. У пластинчастих електрофільтрах між осаджувальними пластинчастими електродами натягнуті дотові коронуючі електроди. У трубчастих електрофільтрах осаджувальні електроди являють собою циліндри (трубки), усередині яких по осі розташовані коронуючі електроди.

Принцип роботи трубчастого електрофільтра в загальних рисах можна описати так - запилений газ рухається по вертикальних трубах діаметром 200 - 250 мм, потім пил осідає на внутрішній поверхні труб і за допомогою струшуючого пристрою її видаляють у бункер. Електрофільтри очищають великі обсяги газів від пилу із частками розміром від 0,01 до 100 мкм при температурі газів до 400 - 450 °С. Ефективність роботи електрофільтрів залежить від властивостей пилу й газу, швидкості й рівномірності розподілу запиленого потоку в перетині апаратів і т.д.

На провідність пилу впливає склад газу й пилу:

- з підвищенням вологості газів питомий електричний опір пилу знижується;
- наявність в очищених газах десятих і сотих частинок відсотка SO_2 й NH_3 значно поліпшує електричну провідність пилу;

- при високих температурах газу знижується електрична міцність міжелектродного простору, що приводить до погіршення вловлювання пилу;
- з підвищенням температури газів зростає їхня в'язкість й обсяг, а отже, збільшується швидкість потоку в електрофільтрі, що знижує ступінь очистки;
- зі збільшенням швидкості газу зростає так зване вторинний уніс пилу.

Для нормальної роботи електрофільтрів необхідно забезпечити чистоту осаджувальних і коронуючих електродів. Відкладення забруднень на коронуючому електроді сприяють підвищенню початкової напруги коронування, але це не завжди можливо. Якщо пил має великий електричний опір, то шар на електроді діє як ізолятор і коронний розряд припиняється.

Контрольні питання

1. Які існують методи й апарати для знешкодження промислових викидів від аерозолів (пилу та туманів)?
2. Які існують методи й апарати для знешкодження промислових викидів від газоподібних і пароподібних речовин?
3. Охарактеризувати очищення газів у гравітаційних пиловловлювачах .
4. Яка процедура очищення газів в інерційних пиловловлювачах ?
5. Як очищають гази у групових та батарейних циклонах (механізм осадження, схема й опис принципу роботи, достоїнства і недоліки)?
6. Як відбувається очищення газів у фільтрах (принцип роботи, класифікації фільтрів і їхній відповідна характеристика).
8. Як промислові газів очищують у волокнистих фільтрах (механізм осадження, схема й опис принципу роботи, характеристика видів волокнистих фільтрів, достоїнства і недоліки)?
9. Як відбувається очищення газів у мокрих пиловловлювачах (принцип роботи, класифікація мокрих пиловловлювачів, достоїнства і недоліки) ?
10. Як очищають гази у газопромивниках ударно-інерційної дії ?
11. Яка процедура очищення газів у газопромивниках відцентрової дії (механізм осадження, схема й опис принципу роботи, достоїнства і недоліки)?

12. За якими конструктивними ознаками електрофільтри розрізняють? Навести їх класифікацію.

13. Які переваги і недоліки має процес очищення газів у електрофільтрах?

ТЕМА 2

ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМ ГІДРОМЕХАНІЧНИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ РІДИННИХ СТОКІВ

План

- 2.1 Решітки.
- 2.2 Осередники.
- 2.3 Пісколовки.
- 2.4 Відстійники.
- 2.5 Гідроциклони.
- 2.6 Нафтовловлювачі.
- 2.7 Фільтри і центрифуги.

При механічному очищенні із стічної води видаляються забруднення, які знаходяться в ній, головним чином, в нерозчинному і частково колоїдному стані. Великі відходи, ганчірки, папір, залишки овочів і фруктів та різні виробничі відходи затримуються решітками. Покидьки, що затримуються на решітках, спрямовуються в дробарки. Застосовуються також решітки-дробарки, в яких одночасно затримуються і роздрібнюються великі покидьки.

Основна маса забруднень мінерального походження (пісок), питома вага частинок яких значно вища питомої ваги води, осаджується в пісколовках. Пісок з пісколовок направляється звичайно у вигляді піщаної пульпи на піщані майданчики, де він зневоднюється і періодично видаляється.

Забруднення органічного походження, які знаходяться в завислому стані, виділяються із стічних вод у відстійниках. Речовини, питома вага яких більша питомої ваги води, осідають на дно. Речовини більш легкі, такі як вода (жири, мастила, нафта, смоли), впливають на поверхню і їх відділяють від стічної рідини.

Блок механічного очищення забезпечує видалення зі стічних вод великих включень, зважених і плаваючих домішок. До складу блоку механічного очищення

входять решітки, іноді з дробарками, пісколовки, преаератори і первинні відстійники.

Решітки. Призначені для уловлювання значних за розмірами включень, а у разі необхідності – їх дроблення. Уловлені осади вивозять на полігон побутових відходів.

Пісковловлювачі. Представляють собою ємності певних розмірів, завдяки різкому зменшенню швидкості течії рідини, що очищається, відбувається осадження зважених речовин. Вловлюють до 40–60% дрібних механічних домішок. Пісок подається на піскові майданчики. Після висихання він може бути використаний для планувальних робіт.

Преаератор. Шляхом подавання стисненого повітря відбувається насичення стічної води киснем, в якій він повністю відсутній. Це покращує далі процес біохімічного очищення (БХО), а також бульбашки повітря сприяють відділенню нафтопродуктів та інших домішок (флотація), яке відбувається у первинних відстійниках.

Первинні відстійники. Їх можна назвати також нафтопастками. Ступінь видалення спливаючих домішок 60–80%. Вони направляються на регенерацію або спалювання.

2.1 Решітки

Решітки – це перший пристрій в схемі очисних споруд. Вони мають вигляд закріплених на рамі металевих стержнів з просвітами різної ширини (просвіт) в залежності від необхідного ступеня очищення. Стержні решіток бувають прямокутними, рідше – круглими. Решітка встановлюється вертикально чи похило на шляху руху стічних вод. Кут нахилу решітки до горизонту складає 60 – 80°. Решітки бувають рухомі і нерухомі, а за способом їх очищення від задержаних забруднень – найпростіші і механізовані. В таблиці 2.1 подані основні параметри решіток-дробарок типу РД.

Таблиця 2.1 – Основні параметри решіток-дробарок типу РД

Марка	Максимальна пропускна здатність, м ³ /год.	Ширина щілинних отворів, мм	Діаметр барабана, мм	Частота обертів барабана, хв ⁻¹	Потужність електродвигуна, кВт	Маса агрегату, кг
РД-100	30	8	100	65	0,27	85
РД-200	60	8	180	53	0,6	320
РД-400	420	10	400	31	0,8	660
РД-600	2000	10	635	31	1,5	1800

Найпростіші решітки (рис. 2.1) встановлюють при кількості задержуваних забруднень менше 0,1 м³/добу. Їх очищають вручну металевими граблями. Домішки скидають на дренаючі майданчики або дірчасті жолоби, а потім вивозять в закритих контейнерах в спеціально відведені місця і знезаражують.

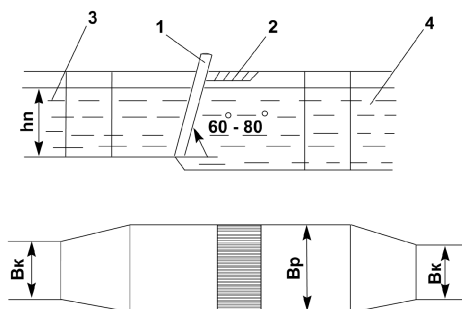


Рис. 2.1 – Схема найпростішої решітки:
1 – решітка; 2 – настил; 3 – підвідний канал; 4 – відвідний канал

2.2 Осередники

Концентрація забруднень в стічних водах може сильно коливатися в часі. Ці коливання обумовлені технологічним процесом і можуть бути: циклічними, довільними, залповими. Впливають також вид і кількість завислих речовин.

Для поліпшення роботи очисних споруд виконується осереднення витрат і концентрації забруднень стічних вод в контактних чи проточних осередниках. При невеликих витратах і періодичному водоскиді використовуються контактні осередники. Частіше застосовуються проточні осередники, які в залежності від характеру змішування води, бувають: багатоканальні, з механічним переміщенням стічних вод, барботажні.

В багатоканальних осередниках (рис. 2.2) осереднення відбувається за рахунок диференціювання потоку, який при вході ділиться на декілька струменів, які протікають по каналах різної довжини. Внаслідок цього у збірному лотку змішуються струмені води різної концентрації. Такі осередники рекомендується використовувати для осереднення стічних вод з невеликою кількістю завислих речовин в стічній воді.

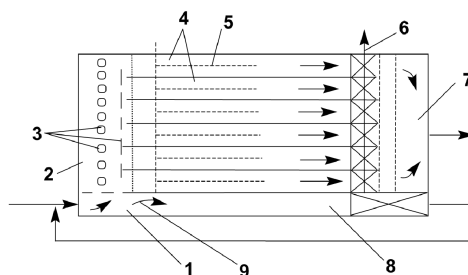


Рис. 2.2 – Схема багатоканального осередника:

1 – приймальна камера; 2 – розподільний лоток; 3 – донні випуски і бічний водозлив; 4 – канали; 5 – система гідрозмиву; 6 – видалення осаду гідроелеваторами; 7 – камера осереднених вод; 8 – акумулююча ємність; 9 – водозлив

В осередниках з механічним перемішуванням стічних вод осереднення виконується спеціальними мішалками або циркуляцією води в резервуарах, створеною насосами. Такі осередники використовуються для осереднення стічних вод з вмістом завислих речовин більше 500 мг/дм^3 .

В барботажних осередниках (рис. 2.3) змішування води відбувається барботуванням її повітрям. Вони використовуються для осереднення стічних вод з вмістом завислих речовин до 500 мг/дм^3 .

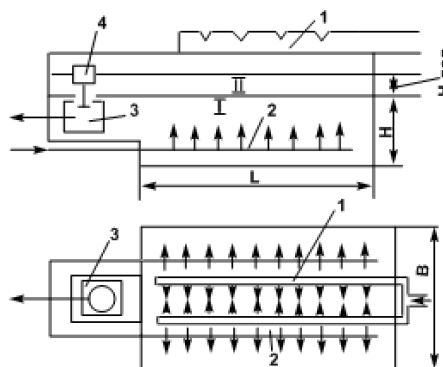


Рис. 2.3 – Схема осередника з повітряним барботером:

I – об'єм для осереднення за концентрацією; II – об'єм для осереднення за витратами; III – випускна камера;
1 – подаючий розподільний лоток; 2 – барботер; 3 – випускний пристрій; 4 – поплавець

Осередники зазвичай розташовуються після відстійників або обладнують їх відстійною частиною. Кількість осередників або їх відділень повинна бути не меншою двох, причому всі повинні бути робочими.

2.3 Пісколовки

Однією з найпростіших і стародавніх споруд, працюючих за принципом відстоювання, є пісколовки. Вони використовуються для задержування важких нерозчинних домішок (переважно піску) при продуктивності очисних споруд понад 100 м³/добу, що полегшує роботу наступних послідовно з'єднаних очисних споруд. Разом з мінеральними домішками в пісколовках відстоюються речовини органічного походження, гідравлічна крупність яких близька до гідравлічної крупності піску. Кількісне співвідношення між затриманими мінеральними і органічними речовинами залежить від категорії стічних вод і від умов експлуатації пісколовок. При очищенні побутових стічних вод пісколовки затримують частинки діаметром 0,25 мм і більше. Кількість органічних речовин в затриманій масі становить 15 - 20%.

В залежності від напрямку основного потоку стічної води пісколовки бувають (рис. 2.5, 2.6):

- горизонтальні, в яких вода рухається в горизонтальному напрямку, з прямолінійним або круговим рухом;
- вертикальні, в яких вода рухається вертикально уверх;
- аераційні і тангенціальні з гвинтовим (поступально-обертальним) рухом води.

Горизонтальні і аераційні пісколовки використовуються при витратах води більше 10000 м³/добу. Тангенціальні пісколовки рекомендується застосовувати при витратах води до 50000 м³/добу. Вертикальні пісколовки працюють неефективно і використовуються у виняткових випадках.

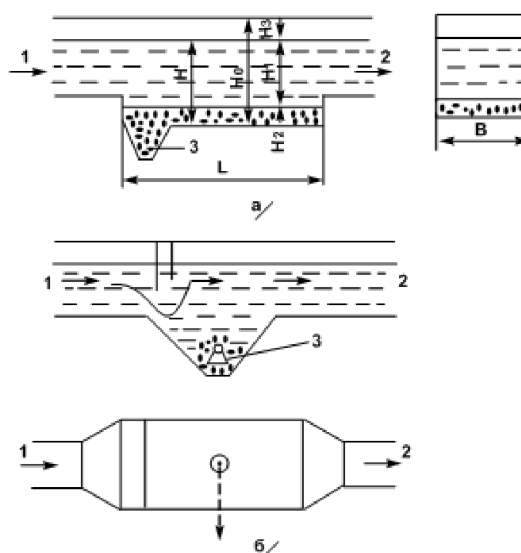


Рис. 2.5 – Схеми горизонтальної (а) і вертикальної (б) пісколовок:
1 – подача стічних вод; 2 – відведення очищеної води; 3 – видалення пульпи (осаду)

Видалення задержаного піску з пісколовок необхідно передбачати: вручну – при об’ємі його до $0,1 \text{ м}^3/\text{добу}$; механічним або гідравлічним методом – при об’ємі його більше $0,1 \text{ м}^3/\text{добу}$.

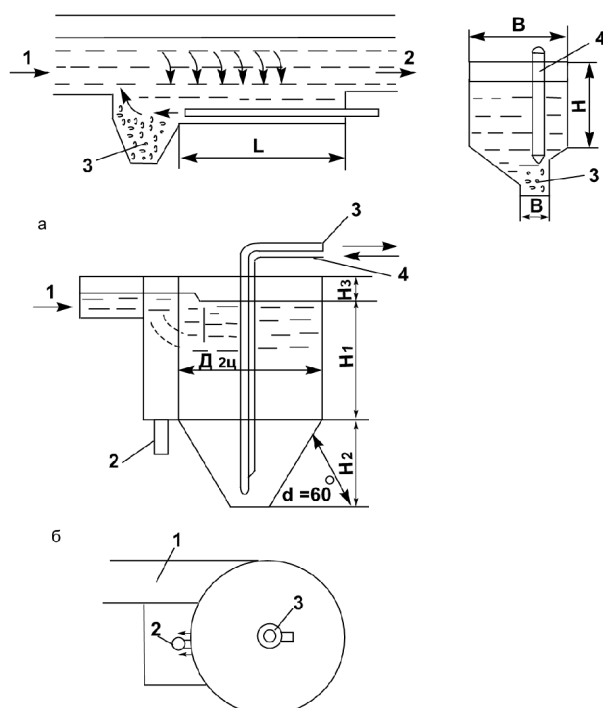


Рис. 2.6 – Основні схеми пісколовок: а) аераційної, б) тангенціальної;
1 – подача стічних вод; 2 – відведення води; 3 – видалення пульпи; 4 – повітровід; 5 – повітророзподільник; 6 – змив спливаючих речовин; 7 – відведення спливаючих речовин

При проектуванні пісколовок необхідно приймати загальні розрахункові параметри для пісколовок різних типів за табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Загальні розрахункові параметри пісколовок

Пісколовка	Гідравлічна крупність піску U_0 , мм/с	Швидкість руху стічних вод V_p , м/с при припливі		Глибина H , м	Об'єм затриманого піску, $дм^3/чол \cdot добу$	Вологість піску, %	Вміст піску в осаді, %
		мін	мак				
Горизонтальна	18,7÷24,2	0,15	0,3	0,5÷2	0,02	60	55÷60
Аераційна	13,2÷18,7	-	0,08÷0,12	0,7÷3,5	0,03	-	90÷95
Тангенціальна	18,7÷24,2	-	-	0,5	0,02	60	70÷75

2.4 Відстійники

Відстійники застосовують для попереднього очищення стічних вод, якщо за місцевими умовами необхідне їх біологічне очищення, або як самостійна споруда, якщо за санітарними умовами цілком достатньо виділити із стічних вод тільки механічні домішки.

В залежності від призначення відстійники поділяються на первинні, які встановлюються до споруд біологічної обробки стічних вод, і вторинні, які встановлюються після цих споруд.

За конструктивними ознаками відстійники підрозділяють на:

- горизонтальні (рис. 2.7) – вода рухається горизонтально уздовж відстійника;
- вертикальні (рис. 2.8) – вода рухається знизу вгору;
- радіальні (рис. 2.9) – вода рухається від центра до периферії;
- спеціальні (для виділення важких домішок, для виділення легких домішок тощо).

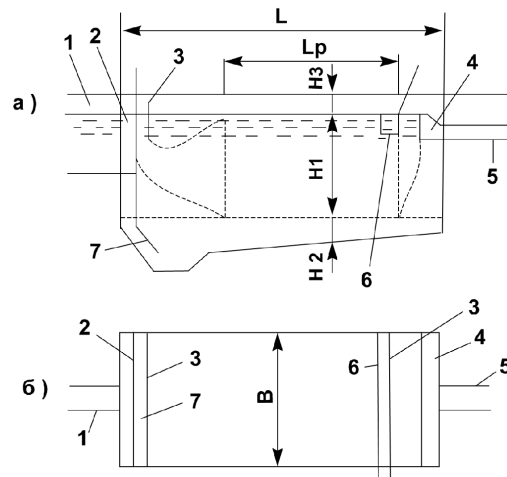


Рис. 2.7 – Схема горизонтального відстійника: а) розріз; б) план;
 1 – підвідний лоток; 2 – розподільний лоток; 3 – напівзанурені дошки; 4 – збірний лоток; 5 – відвідний лоток; 6 – лоток для збирання і видалення плаваючих речовин; 7 – трубопровід для видалення осаду

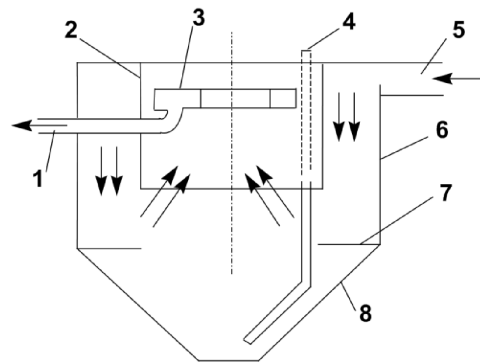


Рис. 2.8 – Схема вертикального відстійника:
 1 – вихід очищеної води; 2 – перегородка; 3 – водозбірник очищеної води; 4 – трубопровід для видалення осаду; 5 – трубопровід для стічної води; 6 – корпус відстійника; 7 – відбивне кільце; 8 – шламозбірник

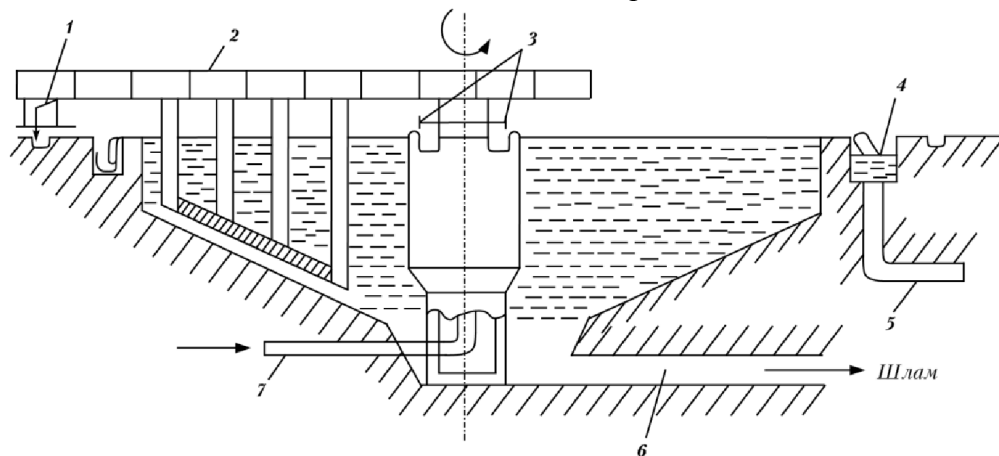


Рис. 2.9 – Схема радіального відстійника:
 1 – котки містка обслуговування; 2 – місток обслуговування; 3 – котки містка обслуговування; 4 – жолоб для стоку очищеної води; 5 – трубопровід для видалення очищеної

води; 6 – канал для видалення шламу; 7 – трубопровід для подачі забрудненої води у відстійник;
8 – обертовий скребок для збору шламу

Тип відстійників необхідно вибрати з врахуванням продуктивності станцій очищення стічних вод, а саме; до 20000 м³/добу – вертикальні, більше 15000 м³/добу – горизонтальні; більше 20000 м³/добу – радіальні; до 30000 м³/добу – освітлювачі-перегнивачі; до 10000 м³/добу – двоярусні. Число відстійників необхідно приймати: первинних – не менше двох; вторинних – не менше трьох за умови, що всі вони робочі. При мінімальній кількості розрахунковий об'єм відстійника збільшують в 1,2 - 1,3 рази.

2.5 Гідроциклони

Для прискорення механічного очищення стічних вод застосовують безнапірні (відкриті) і напірні гідроциклони, в яких для виділення забруднень використовується дія відцентрової сили.

Гідроциклон являє собою металевий апарат, що складається з циліндричної і конічної частин. Діаметр циліндричної частини - від 100 до 700 мм, висота приблизно дорівнює діаметру. Кут конусності складає 10-20 °. Усередині апарату є струмененапрямлені лопаті у вигляді гвинтової спіралі. Подана під тиском рідина, рухаючись по спіралі до зливу, відокремлюється від зважених речовин. Частина рідини з великим вмістом суспензій видаляється з гідроциклону, а освітлена вода під дією вакууму, що утворився, рухається вгору і виливається через верхній отвір. У відкритому (безнапірному) гідроциклоні видалення освітленої води відбувається через бічні отвори, а спливаючі домішки вилучаються за допомогою сифона. Гідроциклони, в порівнянні з іншими пристроями для механічного очищення вод, відрізняються високою продуктивністю, компактністю, економічності у виготовленні і експлуатації. Ефективність очищення від зважених і плаваючих домішок складає приблизно 70%.

Для видалення зважених речовин використовуються напірні гідроциклони (рис. 2.11). Для видалення плаваючих домішок застосовуються відкриті гідроциклони.

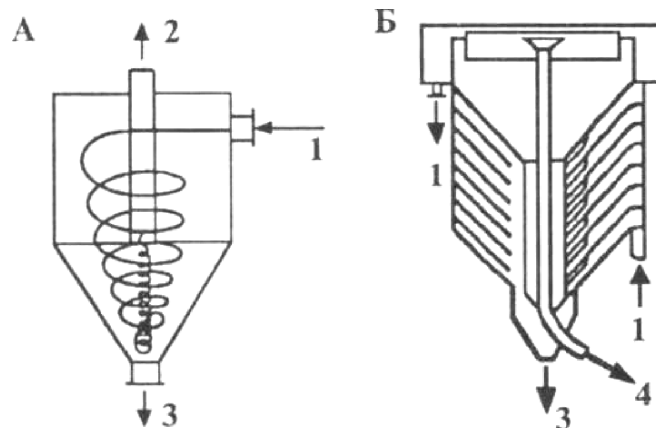


Рис. 2.11 - Гідроциклони: А - вертикальний напірний; Б - багатоярусний відкритий
1 - забруднена вода; 2 - очищена вода; 3 - осад (шлам); 4 - плаваючі домішки (нафтопродукти, масла)

На рис. 2.12 показана схема відкритого гідроциклону з конічною діафрагмою і внутрішнім циліндром. Крім цього випускаються гідроциклони без внутрішніх перегородок, з конічною діафрагмою, багатоярусні зі центральними випусками і багатоярусні з периферійним відбором очищеної води.

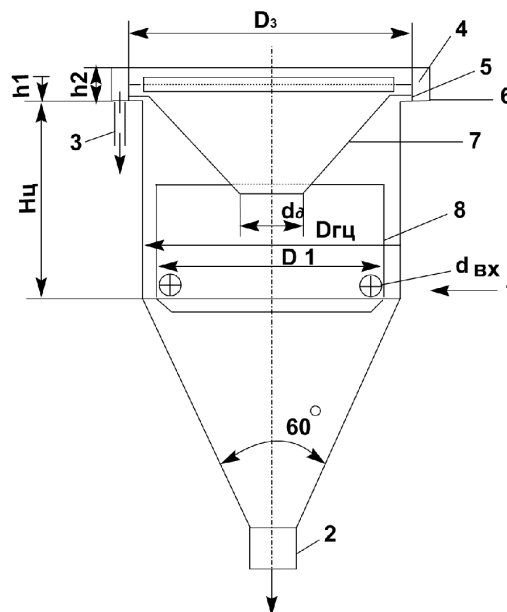


Рис. 2.12 – Схема відкритого гідроциклону:
1 – труба для підведення води; 2 – труба для відведення шламу; 3 – зливна труба; 4 – напівзанурена кільцева стінка; 5 – кільцевий водозлив; 6 – кільцевий водозбірний лоток; 7 – конічна діафрагма; 8 – внутрішній циліндр

За рахунок тангенціальної подачі води в апарат вона набуває завихреного руху. Тверді частинки домішок (за умови, що їхня густина більша густини води) під дією відцентрових сил інерції притискаються до внутрішніх стінок

циліндричної частини апарата, і, втрачаючи свою кінетичну енергію внаслідок тертя зі стінками, "сповзають" по них в конічну частину, звідки видаляються через шламівідвідну трубу 2. Очищена вода зливається в кільцевий лоток 6 у верхній частині, а з нього видаляється через зливну трубу 3.

Відкриті гідроциклони застосовуються для виділення із стічних вод осідаючих і грубодисперсних спливаючих домішок гідравлічною крупністю більше 0,2 мм/с.

Напірні гідроциклони (рис. 2.13) застосовуються для виділення тільки осідаючих агрегатостійких грубодисперсних домішок. В них очищена вода виводиться через осьову трубу, прикріплену до кришки циліндричної частини апарата. Проектування напірних гідроциклонів виконується за наявності даних про характеристику стічних вод і механічних забруднень.

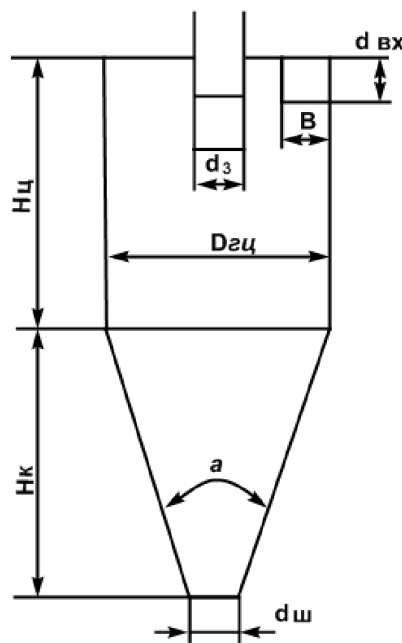


Рис. 2.13 – Схема напірного гідроциклона

2.6 Нафтовловлювачі

Для очищення виробничих стічних вод з вмістом спливаючих домішок (жири, нафтопродукти, смоли) використовуються, відповідно, жиро-, нафто-, смоловловлювачі. Вони являють собою прямокутні, витягнуті в довжину резервуари, в яких за рахунок різниці густини домішок і води відбувається їх

розділення. Домішки впливають на поверхню, де відділяються від стічної води і за допомогою різних пристроїв видаляються в спеціальні резервуари, подібні до відстійників (див. рис. 2.6).

Нафтовловлювачі використовуються для затримання грубодисперсних нафтових частинок при концентрації їх в стічних водах більше 100 мг/дм^3 . Розраховуються вони аналогічно горизонтальним відстійникам з урахуванням кінетики спливання нафтових частинок.

Необхідно передбачити пристрій для збору нафтопродуктів, що сплили, і видалення осаду. При нормальній експлуатації в нафтовловлювачах затримується до 98% нафтопродуктів. Залишкова кількість нафти може досягати 100 мг/дм^3 , тому воду необхідно відправляти на біологічне очищення.

2.7 Фільтри та центрифуги

Тонкодисперсні частинки, які не вдається вилучити з рідини в відстійниках, можуть бути видалені за допомогою фільтрування. Процес фільтрування полягає в проходженні рідини через пористу перешкоду, на якій осідають дрібнодисперсні частинки. Як фільтруючий шар використовуються зернисті матеріали (пісок, гранітна або мармурова крихта, керамзит і ін.), тканини і неткані полотна (бавовняні, вовняні, синтетичні, з азбесту, скловолокна та ін.), металеві сітки, перфоровані пластини, пориста кераміка. Для прискорення процесу фільтрування проводиться під тиском або за допомогою вакууму. Для вилучення нафтопродуктів, масел і інших емульгованих домішок застосовуються фільтри з поліуретану. Ефективність видалення зважених і емульгованих домішок методом фільтрування досягає 99% і більше.

При виборі фільтрів необхідно вирішувати наступні завдання: вибір матеріалу фільтруючої перегородки, типу фільтра, визначення поверхні фільтруючої перегородки. Вибір матеріалу засновано на необхідності використовувати фільтруючу перегородку, що володіє корозійною стійкістю в даному середовищі і необхідною фільтруючою здатністю в даній суспензії.

При виборі типу фільтра рекомендується використовувати таблицю 2.5.
Таблиця 2.5 – Області застосування фільтрів

Тип фільтру	<i>концентрація твердої фази, %</i> <i>швидкість утворення осаду, см · хв⁻¹</i>				
	$\frac{> 20}{> 25}$	$\frac{10 - 20}{1 - 25}$	$\frac{1 - 10}{0,05 = 1}$	$\frac{< 5}{0,05 - 10}$	$\frac{< 0,1}{0,05 - 10}$
1	2	3	4	5	6
Коміркові барабанні вакуум-фільтри	+	+	+	-	-
Барабанні вакуум-фільтри	+	-	-	-	-
Коміркові барабанні вакуум-фільтри із внутрішньою поверхнею	+	-	-	-	-
Тарілчасті фільтри	+	+	-	-	-
Карусельні фільтри	+	+	-	-	-
Стрічкові фільтри	+	+	-	-	-
Дискові фільтри	-	+	+	-	-
Листові вакуум-фільтри	-	+	+	+	+
Фільтри періодичної дії під тиском					
Листові фільтри	-	+	+	+	+
Фільтри з горизонтальними камерами	+	+	+	+	+
Патронні фільтри	-	+	+	+	+

В центрифугах, як і в гідроциклонах, поділ рідкої і твердої фаз виробляється під впливом відцентрових сил.

Центрифугування є ефективним методом поділу суспензій і емульсій. Центрифуги виготовляються періодичної і безперервної дії з автоматичним вивантаженням осаду і освітленої рідини (фугату). При центрифугуванні досягається досить високий ступінь зневоднення осаду і виходить відносно чистий фугат. Центрифуги споживають велику кількість електроенергії, створюють високі шумові навантаження і небезпечні в експлуатації.

На рис. 2.14 наведена класифікація центрифуг за фактором поділу, режиму роботи і способу вивантаження осаду.



Рис. 2.14 – Класифікація центрифуг

Контрольні питання

1. Опишіть сутність механічного очищення стічних вод від забруднень.
2. Розкажіть про типи решіток та вимоги до їх розрахунку.
3. Обґрунтуйте необхідність спорудження осередників у системі очищення стічних вод.
4. Розкрийте особливості очищення стічних вод пісколовками.
5. Наведіть види та конструкції відстійників.
6. Опишіть загальні вимоги до проектування відстійників.
7. Розкрийте сутність та особливості очищення стічних вод гідроциклонами.
- 8. Поясніть принцип очищення стічних вод нафтовловлювачами.**

ТЕМА 3

ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМ БІОХІМІЧНИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ РІДИННИХ СТОКІВ

План

3.1 Природні біологічні окиснювачі.

3.2 Штучні біологічні окиснювачі.

3.3 Обладнання систем доочищення стічних вод.

Повне видалення із стічних вод органічних забруднень практично можливе тільки шляхом їх біологічного очищення, що засноване на використанні життєдіяльності мікроорганізмів, окислювальних органічних речовин, які перебувають в стічних водах в колоїдному або розчиненому стані. Таким чином, біологічне очищення є другим ступенем в процесі очищення стічних вод.

Спори біологічного очищення, на які стічні води попадають після механічного очищення, можуть бути поділені на дві основні групи.

1. Спори, в яких очищення здійснюється в умовах, близьких до природних.

2. Спори, в яких очищення здійснюється в штучно створених умовах.

До першої групи належать поля фільтрації, поля зрошення, поля підземної фільтрації, піщано-гравійні фільтри і фільтрувальні траншеї, септики, фільтрувальні колодязі і біологічні ставки. Відстояні стічні води очищаються на них досить повільно за рахунок запасу кисню в ґрунті і воді, а також внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів-мінералізаторів, окислювальних органічних забруднень.

До другої групи споруд належать біологічні фільтри, аеротенки і циркуляційні окислювальні канали. В цих спорудах штучно створюються умови, за яких процеси очищення стічних вод відбуваються значно інтенсивніше.

Штучне біологічне очищення стічних вод застосовується тоді, коли за місцевими умовами, санітарними вимогами або за техніко-економічними показниками біологічне очищення в природних умовах виявляється недоцільним.

3.1 Природні біологічні окиснювачі

Поля фільтрації – це ділянки землі, призначені для повного біологічного очищення попередньо освітлених стічних вод. Застосовуються в окремих випадках за наявності непридатних для сільськогосподарського використання земельних ділянок з фільтрувальними ґрунтами (пісок, супісок, легкий суглинок), за відсутності небезпеки забруднення ґрунтових вод, які використовуються для пиття.

Стічна вода подається на окремі ділянки, розміром (100 - 150 × 400 - 1000) м, за системою відкритих лотків або каналів.

Збір і відділення профільтрованої води здійснюється за допомогою дренажу, який може бути відкритим у вигляді каналів за периметром ділянок (карт) або закритим за допомогою дренажних труб, укладених на глибині 1,5 - 2 м.

Поля фільтрації для очищення виробничих стічних вод знаходять обмежене використання. Їх можна влаштовувати при невеликій кількості стічних вод, в яких відсутні токсичні для мікрофлори домішки.

Поля зрошення – це спеціально підготовлені і сплановані ділянки, на яких вирощують сільськогосподарські культури, а для зрошення і удобрення використовуються стічні води після повного біологічного очищення.

Стічні води по поверхні ділянок (карт) розподіляються відповідно до вирощуваних на них сільськогосподарських культур: в борозни між рядами або поливом по смугах.

Суть процесу біологічного очищення стічних вод на полях фільтрації і зрошення полягає в тому, що в процесі фільтрування крізь ґрунт органічні забруднення стічних вод затримуються на ньому, утворюючи біологічну плівку, населену великою кількістю мікроорганізмів. Ця плівка адсорбує колоїдні і розчинені речовини, які за допомогою аеробних бактерій за наявності кисню перетворюються в мінеральні сполуки. Атмосферне повітря добре проникає в ґрунт на глибину 0,2 - 0,4 м де і відбувається найбільш інтенсивне біохімічне окиснення.

Споруди підземної фільтрації застосовуються для очищення невеликої кількості (до 12 м³/добу) стічних вод.

Стічну воду від будинку або групи будинків направляють для попереднього освітлення в септик (рис. 3.1). Освітлена вода через дозовану камеру і розподільний колодезь надходить у фільтрувальні колодезі або дренажні труби, розташовані вище рівня ґрунтових вод не менше ніж на 1 м. Крізь незагерметизовані стики і пропили труб або отвори в стінках колодезя освітлена вода попадає в ґрунт, де відбувається подальше її очищення.

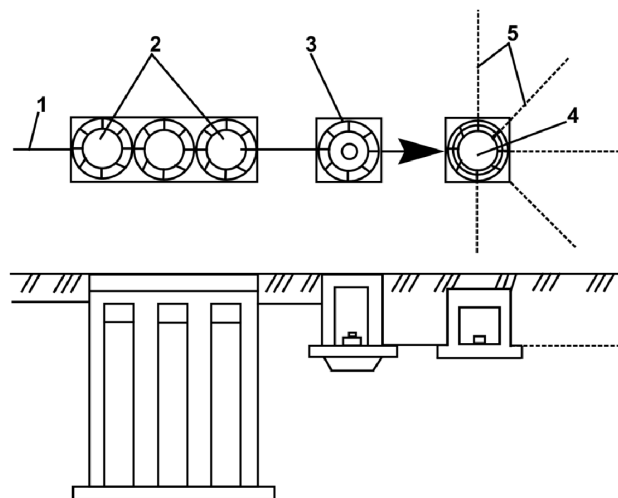


Рис. 3.1 – Схема споруд підземної фільтрації:

1 – випуск з будинку; 2 – трикамерний септик; 3 – дозуюча камера з сифоном; 4 – розподільна камера; 5 – дрени

Септик являє собою підземну споруду, в якій стічні води протікають з малою швидкістю. При цьому завислі речовини випадають в осад, а рідина освітлюється протягом 1 - 4 діб.

Розрахункові об'єми септиків необхідно приймати за умов їх очищення не менше 1 разу в рік, а також від витрат стічних вод: до 5 м³/добу – не менше 3-кратного потоку; більше 5 м³/добу – не менше 2,5-кратного потоку.

При витратах стічних вод до 1 м³/добу передбачають однокамерні септики, до 10 м³/добу – двокамерні і більше 10 м³/добу – трикамерні. Об'єм першої камери в двокамерних септиках приймають рівним 0,75; в трикамерних – 0,5 розрахункового об'єму. В останньому випадку об'єм другої і третьої камер повинен становити по 0,25 розрахункового об'єму. В септиках з бетонних кілець

всі камери можуть бути рівного об'єму. Мінімальні розміри септика: глибина (від рівня води) 1,3 м, ширина 1 м, довжина або діаметр 1 м. Максимальна глибина септика не більше 3,2 м.

Піщано-гравійний фільтр являє собою котлован, в якому укладена фільтруюча засипка. В залежності від числа шарів засипки фільтри бувають одно- і двоступеневі. В одноступеневих фільтрах використовується крупнозернистий пісок шаром 1 - 1,5 м, в двоступеневих фільтрах перш ступінь завантажується гравієм, коксом, гранульованим шлаком шаром 1 - 1,5 м, друга – аналогічно одноступеневому фільтру.

Фільтруюча траншея – конструктивний різновид піщано-гравійних фільтрів – являє собою розсереджені і видовжені фільтри. Траншеї використовують в тих випадках, коли улаштування піщано-гравійних фільтрів не допускається внаслідок близького розташування ґрунтових вод і неможливе їх відведення дренажною сіткою (змінний рельєф місцевості). Розрахункову довжину фільтрувальних траншей приймають в залежності від витрат стічних вод і навантаження на труби для зрошування, але не більше 300 м, ширину траншей по низу – не менше 0,5 м.

У фільтрувальних траншеях як засипний матеріалу використовують крупно- і середньозернистий пісок та інші крупнозернисті матеріали з товщиною шару (між зрошуючою і дренажною трубою) 0,8 - 1 м. Для зрошувальних труб і відвідних дрен фільтрів і траншей використовуються труби мінімального діаметра 100 мм, вкладаючи їх в гравійну (або з других крупнозернистих матеріалів) обсіпку товщиною 5 - 20 см. Глибина закладання зрошувальних труб від поверхні землі повинна бути не менше 0,5 м. Відстань між паралельними зрошувальними трубами і між відвідними дренами в піщано-гравійний фільтрат 1 - 1,5 м. Нахил зрошувальних і дренажних труб у фільтрах і траншеях не менше 0,005.

Фільтрувальні колодязі – призначені для очищення побутових стічних вод, які надходять від окремих будинків при розрахункових витратах не більше 1 м³/добу, після попередньої обробки в септику, їх застосовують в піщаних і супіщаних ґрунтах у разі відсутності полів підземної фільтрації і розташування основи колодязя не менше як на 1 м вище максимального рівня ґрунтових вод.

Фільтрувальні колодязі проектують круглими за формою із залізобетонних кілець діаметром не більше 2 м, або ж прямокутні – з посилено обпаленої цегли або бутового каміння розміром не більше 2×2 м в плані і 2,5 м глибиною. В середині колодязя роблять донний фільтр висотою до 1 м з гравію, щебеню, коксу та інших матеріалів. Біля зовнішніх стінок і основи колодязя роблять обсіпку з тих же матеріалів. В стінках колодязя нижче підвідної труби свердлять отвори для випуску профільтрованої води.

Розрахункова фільтрувальна площа поверхні колодязя визначається сумою площ дна і поверхні внутрішніх стінок колодязя на висоті фільтра. Навантаження на 1 м^2 площі фільтрувальної поверхні в піщаних ґрунтах приймається 8 л/добу, а в супіщаних ґрунтах – 40 л/добу. При виконанні фільтрувальних колодязів в середньо- і крупнозернистих пісках або при відстані між основою колодязя і рівнем ґрунтових вод більше 2 м навантаження збільшується на 10 - 20%. Для об'єктів сезонної дії навантаження також може бути збільшене на 20%.

Біологічні ставки – штучно створені неглибокі водоймища, в яких відбувається біологічне очищення стічних вод на слабофільтрувальних ґрунтах, засноване на процесах, які протікають при самоочищенні водоймищ.

Біологічні ставки як самостійні очисні споруди (з природною аерацією) використовуються при витратах стічних вод до $5000 \text{ м}^3/\text{добу}$ і $\text{БСК}_{\text{повн}}$ до $200 \text{ мг}/\text{дм}^3$, а при штучній аерації – до $15000 \text{ м}^3/\text{добу}$ і $\text{БСК}_{\text{повн}}$ до $500 \text{ мг}/\text{дм}^3$. Для доочищення ставки з природною аерацією доцільно використовувати при витратах стічних вод до $10000 \text{ м}^3/\text{добу}$ і $\text{БСК}_{\text{повн}}$ до $25 \text{ мг}/\text{дм}^3$, а ставки зі штучною аерацією – при будь яких витратах і $\text{БСК}_{\text{повн}}$ до $50 \text{ мг}/\text{д}$.

Форма біологічних ставок в плані визначається в залежності від аерації стічних вод. Прямокутну форму приймають при штучній, пневматичній або механічній аерації. Співвідношення між довжиною і шириною ставка з природною аерацією повинно бути 20 : 1, в ставках зі штучною аерацією – будь-яке, при цьому аеруючі пристрої повинні забезпечити рух води в будь-якій точці ставка зі швидкістю не менше $0,05 \text{ м}/\text{с}$. Біологічні ставки круглої форми проектується при використанні планетарних аераторів.

Гідравлічну глибину ставків з природною аерацією необхідно приймати рівною 0,5 - 1 м, а в ставках зі штучною аерацією не повинна перевищувати 0,5, 1, 2 і 3 м відповідно при $БСК_{повн} > 100, > 40, > 20$ і ≤ 20 мг/дм³.

Біологічні ставки повинні складатися не менше як з двох паралельно працюючих секцій, які включають від двох до п'яти послідовно розташованих ступенів (рис. 3.2). Ефект очищення в кожному ступені необхідно приймати біля 50 - 60%.

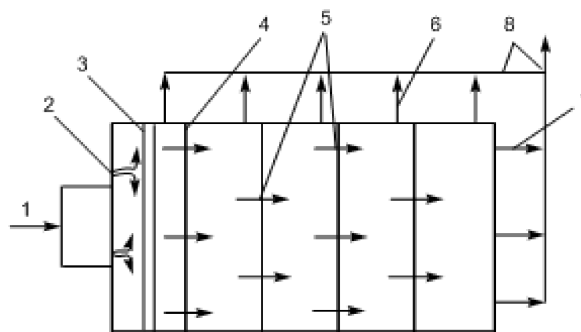


Рис. 3.2. – Схема п'ятиступеневого біологічного ставка.

1 – подача стічних вод; 2 – впуск; 3 – поперечні стінки з фашин або з плоту; 4 – розподільні валки; 5 – перепускні лотки; 6 – запасні випуски для спорожнення ставка; 7 – випуски очищених стічних вод; 8 – відвідний канал

3.2 Штучні біологічні окиснювачі

Біологічні фільтри – споруди, в яких стічна вода фільтрується крізь засипний матеріал, покритий біологічною плівкою, утвореною колоніями мікроорганізмів.

Процес окиснення в біофільтрі такий же, що відбувається у спорудах біологічної очистки, тільки він набагато інтенсивніший.

Основна ознака, за якою класифікуються біофільтри, – конструктивна особливість матеріалу, що завантажується, на якому виконується окиснення, тобто як контактують очисні води з матеріалом. Завантаження може бути об'ємним і площинним.

До біофільтрів з об'ємним завантаженням належать: крапельні, які мають крупність фракцій матеріалу, що завантажується (гравій, щебінь, шлак, керамзит тощо) 20 - 30 мм і висоту завантаження 1 - 2 м; високонавантажені, з крупністю 40 - 60 мм і висотою 2 - 4 м; великої висоти (баштові), з крупністю 60 - 80 мм і

висотою 8 -16 м. Для цих фільтрів матеріал повинен мати густину 500 - 1500 кг/м³ і пористість 40-50%.

До біофільтрів з площинним завантаженням належать:

- біофільтри з жорстким засипним завантаженням – керамічні, пластмасові і металеві елементи – густиною 600 кг/м³, пористістю 70 - 90%, висотою 1 - 6 м;

- біофільтри з жорстким блоковим завантаженням, які виготовляються з пластмасових гофрованих та плоских листів, або просторових елементів густиною 40 - 100 кг/м³, пористістю 90 - 97%, висотою 2 - 16 м; з азбоцементних листів густиною 200 - 250 кг/м³, пористістю 80 - 90%, висотою 2 - 6 м;

- біофільтри з м'яким або рулонним завантаженням – з металевих сіток, пластмасових плівок, синтетичних тканин (нейлон, капрон), які закріплюються в каркасах або укладаються у вигляді рулонів, з густиною 5 - 60 кг/м³, пористістю 94 - 99%, висотою 3 - 6 м.

Біофільтри бувають періодичної (контактні) і безперервної дії. Контактні біофільтри через малу їхню продуктивності і велику вартість не використовуються. Біофільтри безперервної дії за пропускну спроможністю підрозділяються на крапельні і високонавантажувальні, за способом подання в них повітря вони обидва можуть бути з природною і штучною вентиляцією (аерофільтри).

Крапельні біофільтри рекомендується проектувати на пропускну спроможність не більше 1000 м³/добу. Поверхня крапельного біофільтра зрошується зверху рівномірно через невеликі проміжки часу; при цьому вода подається у вигляді краплин або струменів, (крапельні або зрошувальні), або ж у вигляді тонкого шару води (перколяторні).

Біофільтр (рис. 3.3) складається з корпусу 1, в який завантажуються фільтрувальний матеріал 6, розподільного трубопроводу 2 з розприскувачами 3, через які виливаються стічні води на фільтрувальний матеріал. Стічна вода подається з дозувального пристрою, який складається з бака 5, в який надходить стічна вода, та сифона 4. Фільтрувальний матеріал спирається на решітку 7 з отворами, через які надходить повітря знизу трубопроводу під тиском або вільно з

атмосфери. З отворів виливається очищена вода 9. Повітря, крім того, надходить зверху. Стічна вода надходить з дозувального пристрою після наповнення бака кожні 5 - 15 хвилин.

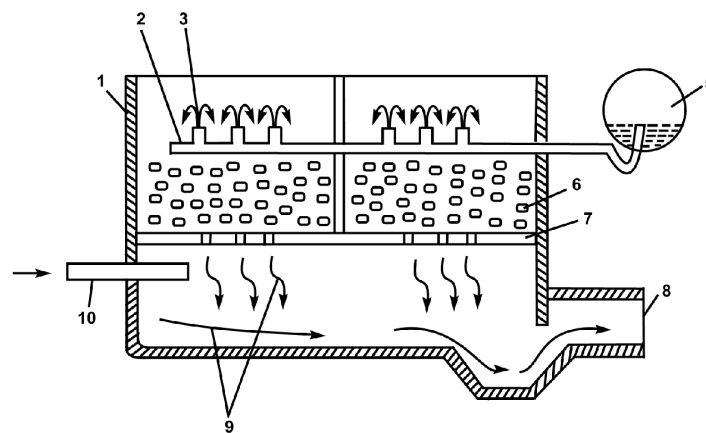


Рис. 3.3 – Схема двосекційного біологічного фільтра:
 1 – корпус; 2 – розподільний трубопровід стічної води, яка йде на очищення; 3 – розприскувач (спринклер); 4 – сифон; 5 – дозувальний пристрій; 6 – завантажувальний (фільтрувальний) матеріал; 7 – опорна решітка; 8 – дренажний трубопровід; 9 – стічні очищені води; 10 – трубопровід для стисненого повітря.

Біофільтри влаштовуються у вигляді окремих секцій. Число і розміри секцій залежать від способів розподілення стічної води по поверхні, умов їх експлуатації тощо; число секцій приймається не менше 2 і не більше 8; всі секції повинні бути працюючими.

Високонавантажувальні біофільтри відрізняються від крапельних як конструкцією, так і експлуатаційними особливостями.

Конструктивними відмінностями є:

- 1) збільшення крупності зерен завантажувального матеріалу (40 - 70 мм за всією висотою засипки), матеріалом може слугувати щебінь твердих порід;
- 2) штучне продування завантаженого матеріалу повітрям, а в зв'язку з цим зміна конструкції днища і дренажу;
- 3) збільшення (за необхідності) висоти шару фільтрувального завантаження.

До експлуатаційних відмінностей належать:

- 1) обов'язкове зрошення всієї поверхні біофільтрів водою, що надходить, і по можливості зменшення тривалості перерв у подачі води на поверхню;

2) підвищення навантаження по воді на 1 м² поверхні з метою створення природних умов для самовільного промивання фільтрів;

3) розведення в необхідних випадках стоку очищеної стічної води, тобто запровадження рециркуляції.

Високонавантажувальні біофільтри класифікуються за такими ознаками.

1) за принципом дії – працюючі з повним або неповним біологічним очищенням.

2) за способом подачі повітря – з природною і штучною подачею повітря; в іншому випадку носять назву аерофільтрів. Якщо висота засипки в біофільтрах невелика (1,5 - 2 м), то штучна подача повітря не обов'язкова; при більшій висоті засипки необхідно передбачати штучне нагнітання повітря.

3) за режимом роботи – з рециркуляцією і без рециркуляції. Рециркуляція необхідна при сильно забрудненому стані.

4) за числом ступенів – одно- і двоступеневі. Двоступеневі фільтри передбачаються в тому випадку, коли необхідне повне біологічне очищення і неможливо запроектувати одноступеневі біофільтри достатньої висоти.

5) за висотою – низькі до 2 м високі від 2 м і вище.

6) за конструктивними відмінностями засипки – з об'ємною засипкою і з площинною засипкою.

Аеротенки – це прямокутні або круглі в плані резервуари, в яких стічні води, що очищуються, змішані з активним мулом, повільно рухаються і перемішуються. Очищення води тут відбувається за допомогою біохімічного окиснення органічних речовин. В аеротенках вилучення і окиснення органічних речовин здійснює активний мул, який складається із колоній аеробних мікроорганізмів. Для забезпечення мікроорганізмів киснем використовується безперервна штучна аерація суміші стічних вод і активного мулу шляхом подачі в суміш стисненого повітря або шляхом підсилення поверхневої аерації суміші. Після очищення воду направляють у вторинні відстійники. Відділену там частину активного мулу повертають в аеротенк.

Розрізняють аеротенки-змішувачі, аеротенки-витискувачі і аеротенки проміжного типу. В залежності від місцевих умов аеротенки проектуються на повне або часткове очищення. За технологічною схемою аеротенки бувають одноступеневі і двоступеневі аеротенки з регенераторами; за системами аерації – аеротенки з пневматичною аерацією і аеротенки з механічною аерацією (рис. 3.4).

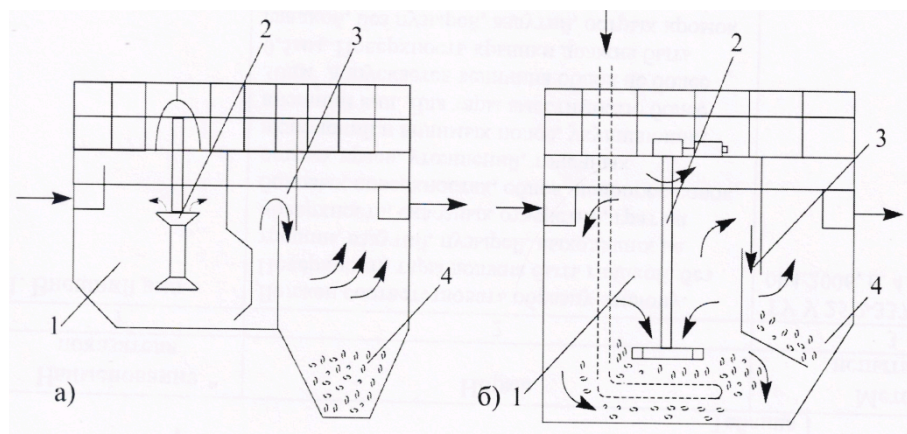


Рис. 3.4 – Аеротенки з механічною (а) і з пневмомеханічною аерацією (б):
1 – зона аерації; 2 – механічний аератор; 3 – відділення дегазування мулу; 4 – зона відстоювання

Доцільність використання тієї або іншої схеми очищення визначається складом стічних вод.

Одноступенева схема без регенераторів застосовується для очищення слабкоконцентрованих побутових стічних вод.

Одноступенева схема з регенераторами застосовується для очищення побутових стічних вод з підвищеними концентраціями забруднень, а також суміші побутових і виробничих стічних вод. При використанні такої схеми очищення проходить в дві стадії.

В аеротенку відбувається процес вилучення забруднень і окиснення легкоокиснюваних органічних речовин, в регенераторі – окиснення важко окиснюваних органічних речовин і відновлення (регенерація) активності мулу. Концентрація мулу в регенераторі в 3 - 4 рази більша, ніж в аеротенку. Перевага цієї схеми полягає в можливості відновлення активності мулу в регенераторах при порушенні його життєдіяльності або загибелі при залпових надходженнях стічних вод, що містять токсичні речовини.

Аеротенки-змішувачі використовуються для очищення висококонцентрованих виробничих стічних вод. Завдяки розосередженню подачі стічної води і активного мулу по довжині аеротенка вирівнюється швидкість споживання кисню і підвищується окиснювальна потужність споруд.

Двоступенева схема також застосовується для очищення висококонцентрованих виробничих стічних вод. В аеротенках першого ступеня завершується перша стадія очищення: сорбція органічних забруднень активним мулом і окиснення деякої частини затриманих забруднень. Неповністю очищена вода надходить в аеротенк другого ступеня де відбувається остаточне очищення.

Ще більш досконалою схемою є двоступенева схема з регенераторами. В таких аеротенках практично можна досягнути повного очищення стічних вод.

Аеротенки-витискувачі для очищення виробничих стічних вод застосовуються порівняно рідко через властиві їм недоліки. Вони погано сприймають залпові надходження забруднень, особливо якщо серед них є токсичні. Тоді можливе отруєння активного мулу, внаслідок чого робота аеротенка припиняється.

За схемою роботи циркуляційні окиснювальні канали поділяють на канали безперервної і періодичної дії (рис. 3.5).

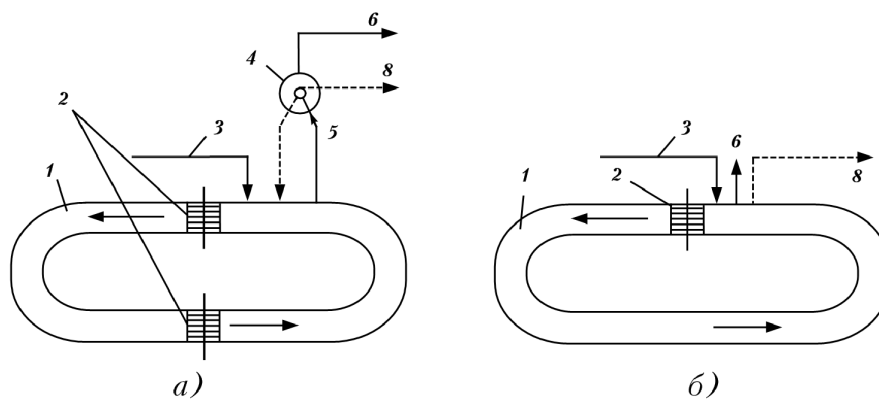


Рис. 3.5 – Схеми циркуляційних окиснювальних каналів:

а) безперервної дії з двома аераторами; б) періодичної дії з одним аератором;

1 – канал; 2 – аератори; 3 – подача стічних вод; 4 – вторинний відстійник; 5 – випуск мулової суміші; 6 – випуск очищеної води; 7 – подача зворотного активного мулу; 8 – випуск зайвого активного мулу на мулові майданчики

В каналах безперервної дії розділення мулової суміші здійснюється у вторинному відстійнику, а в каналах періодичної дії – безпосередньо в самому

каналі при вимкнених аераторах. Найбільш розповсюджені витягнуті в плані кільцевої форми канали з бетонними відкосами і днищем, робочою глибиною біля 1 м і продуктивністю до 1400 м³/добу.

3.3 Обладнання систем доочищення стічних вод

Споруди повного біологічного очищення забезпечують ступінь очищення за БСК_{повн} очищеної води 10 - 15 мг/дм³, проте для її повторного використання, а у ряді випадків і для скидання в водоймища, такий ступінь очищення недостатній. В зв'язку з цим часто проектується доочищення стічних вод.

При доочищенні стічних вод широко використовується фільтрація крізь фільтри різної конструкції. В результаті фільтрації зменшується вміст в стічній воді головним чином завислих речовин, а також нафтопродуктів, фосфору та інших забруднень.

В залежності від вимог до якості води для доочищення використовуються фільтри таких конструкцій: зі спадним або висхідним потоком води; радіальні одношарові і двошарові; з рухливою засипкою; каркасно-засипні; аеровані, з плаваючою засипкою. Як фільтруючий матеріал застосовується кварцовий пісок крупних фракцій, гравій, гранітний щебінь, гранульований домновий шлак, антрацит, горілі породи, керамзит, полістирол.

Каркасно-засипний фільтр (рис. 3.6) є багатошаровим, в якому фільтрація води відбувається у напрямі спадної крупності зерен засипки.

Подача води здійснюється по системі жолобів. Дренажна система показана у вигляді дірчастих труб з підтримувальними гравійними шарами, на які завантажуються гравій і пісок. Пісок заповнює міжпоровий простір гравійного каркаса. Замість гравію можна застосовувати щебінь, а замість піску – шлак, керамзит, антрацит. Перевага каркасно-засипного фільтра – робота в режимі безплівкової фільтрації, висока якість фільтрату, підвищена грязеємність засипки.

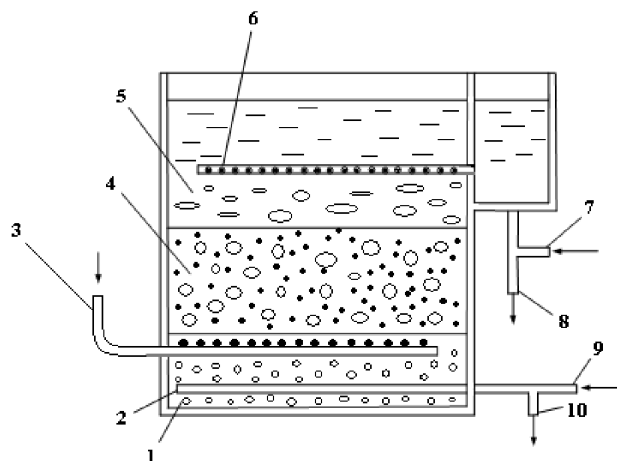


Рис. 3.6 – Схема каркасно-засипного фільтра:

1 – підтримувальні гравійні шари; 2 – розподільна система для води; 3 – подача повітря при промиванні; 4 – піщана засипка; 5 – гравійний каркас; 6 – система для подачі вихідної і відведення промивної води; 7 – подача вихідної води; 8 – відведення промивної води; 9 – подача промивної води; 10 – відведення фільтрату

Для попередження біологічного обростання засипку рекомендується обробляти хлорною водою з концентрацією хлору 100 - 200 мг/дм³ не менше двох разів на рік. Тривалість контакту засипки з хлорною водою 24 години.

Ступінь очищення і швидкість фільтрування основних типів фільтрів наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристики типів фільтрів, які застосовуються для очищення стічних вод

Тип фільтра	Ступінь очищення, %, концентрації завислих речовин 15 - 20 мг/дм ³		Швидкість фільтрування, V ₀ , м/год.
	За завислими речовинами	За БСК _{повн}	
Зернисті зі спадним потоком	70 - 80	50 - 60	5 - 7
Зернисті з висхідним потоком	70 - 85	50 - 65	7 - 8
Двошарові	70 - 80	60 - 70	7 - 8
Аеровані	80 - 90	75 - 80	7 - 8
Каркасно-засипні	80	70	10
Радіальні із засипкою горілими породами	75	60 - 70	26
З рухомою засипкою	50 - 55	30 (за БСК ₅)	15

Для доочищення стічних вод при відповідному техніко - економічному обґрунтуванні застосовуються мікрофільтри, фільтри з рухомою (пластмасовою) засипкою, установки пінної флотації (для доочищення стічних вод від поверхнево-активних речовин). Для доочищення стічних вод від важкоокислюваних домішок використовуються коагуляційні і сорбційні установки.

Для доочищення стічних вод можна застосовувати озонаторні установки в сполученні з фільтрами. Стічна вода, оброблена озоном, стерильна (озонування дозволяє обеззаражувати воду), не має запаху, кольоровості, мутності. Доочищення стічних вод від сполук азоту і фосфору відбувається реагентним методом. Як реагенти використовується вапно, сірчаноокислий алюміній і сірчаноокисле залізо.

Для видалення із стічних вод сполук азоту застосовується нітрифікація і денітрифікація, а також фізико-хімічні методи.

Контрольні питання

1. Наведіть класифікацію споруд для біологічного очищення стічних вод.
2. Охарактеризуйте природні біологічні окиснювачі.
3. Розкажіть про особливості створення біологічних ставків.
4. Опишіть конструкції та сутність роботи штучних біологічних окиснювачів.
5. Наведіть класифікацію біофільтрів.
6. Обґрунтуйте доцільність використання аеротенків для очищення стічних вод.
7. Опишіть послідовність очищення стічних вод у циркуляційних окислювальних каналах.
8. Поясніть сутність та особливості доочищення стічних вод.

ТЕМА 4

ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ РІДИННИХ СТОКІВ

План

- 4.1 Обладнання систем нейтралізації стічних вод.
- 4.2 Обладнання коагуляційного методу очищення стічних вод.
- 4.3 Обладнання систем сорбційного очищення стічних вод.
- 4.4 Обладнання систем іонообмінного очищення стічних вод.
- 4.5 Флотаційні установки.
- 4.6 Обладнання систем електрохімічного очищення стічних вод.
- 4.7 Обладнання для процесів екстракції, евапорації, кристалізації.
- 4.8 Біологічне забруднення атмосфери.

При механічному і неповному біологічному очищенні стічних вод у об'єкти скидається вода, яка містить ще значну кількість органічних забруднень. Навіть при повному біологічному очищенні неможливо досягнути необхідного ступеня вилучення зі стічних вод деяких органічних і неорганічних домішок. В зв'язку з цим для деяких видів виробничих стічних вод доцільно застосовувати хімічні або фізико-хімічні методи очищення, за допомогою яких у воді можна знизити до необхідного рівня вміст органічних забруднень, завислих речовин, біогенних сполук, нафтопродуктів, барвників, поверхнево-активних речовин, солей важких металів тощо.

При хімічному очищенні забруднення із стічних вод виділяються внаслідок реакцій між забрудненнями і введеними у воду реагентами, наприклад реакції, яка супроводжується утворенням сполук, осаду, і реакції, яка супроводжується газовиділенням. Процесами хімічного очищення є коагуляція, нейтралізація і хімічне окиснення, коли під дією озону окиснюються органічні забруднення.

Найбільш поширеними способами фізико-хімічного очищення стічних вод є: нейтралізація, сорбція, флотація, іонний обмін, електроліз.

Порівняно з традиційним біологічним очищенням різні схеми фізико-хімічного очищення мають низку переваг:

- дозволяють знизити капітальні затрати в 1,5 - 2,0 рази внаслідок виключення із комплексу очисних споруд аеротенків, вторинних відстійників або значного скорочення їх об'ємів;

- забезпечують більш високий ступінь очищення від біологічно неокиснювальних або важкоокиснювальних забруднень (нафтопродукти, солі важких металів, барвники тощо);

- гарантують високу надійність очищення незалежно від температури і концентрації забруднень;

- знижують енергоємність процесу очищення в 2,5 - 3,0 рази;

- в 2 - 3 рази скорочують площі земель для очисних споруд, що при певних умовах може стати основним доказом на користь фізико-хімічного очищення.

4.1 Обладнання систем нейтралізації стічних вод

Нейтралізація – доведення кислих або лужних стічних вод до значень, які дозволяють скидання їх в міську каналізацію, на біологічне очищення або у водоймища ($\text{pH} = 6,5 - 8,5$), а також з метою запобігання корозії трубопроводів, каналізаційних споруд і різного обладнання, через які проходять ці води.

Найбільш розповсюджений спосіб нейтралізації – додання відповідних реагентів: вапна, соди, їдкого натрію, аміаку – при нейтралізації кислих стічних вод; сірчаної кислоти – при нейтралізації лужних вод.

Існує декілька способів нейтралізації виробничих стічних вод:

- а) безпосереднє змішування кислих стоків з лужними перед спусканням їх в каналізаційні мережі;

- б) використання активної лужності міських стічних вод або водоймища;

- в) додавання реагенту в пропорціях, необхідних для нейтралізації;

- г) фільтрація забруднених вод через нейтралізуючі матеріали (вапно, доломіт, магнезит).

На рис. 4.1 показана схема нейтралізації стічних вод двоступеневим введенням реагентів. При цьому в перше відділення камери нейтралізації додають основну дозу нейтралізуючого реагенту, а в другому відділенні здійснюють коректування рН.

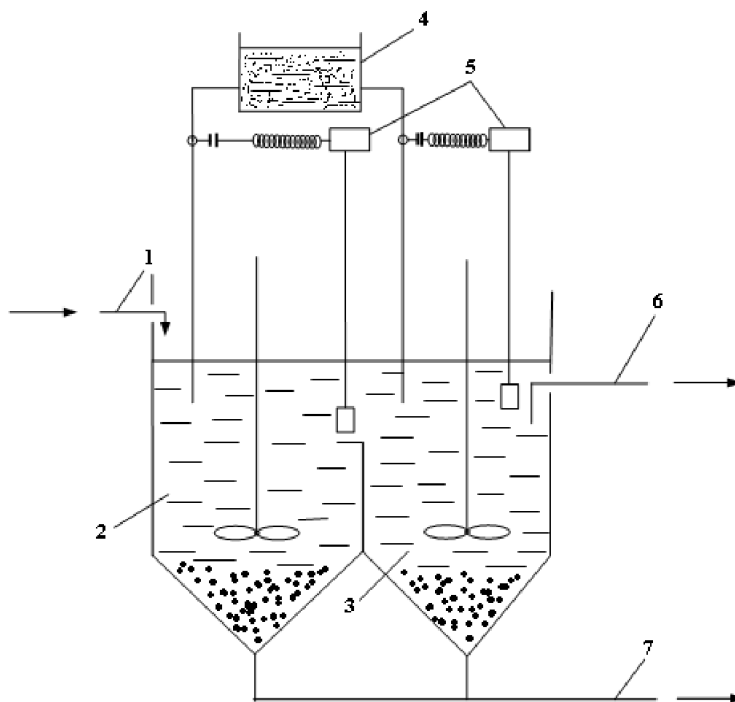


Рис. 4.1 – Камера нейтралізації з двоступеневим введенням реагентів:
1 – подача з осередника; 2,3 – відділення камери нейтралізації; 4 – бак з розчином нейтралізуючого реагенту; 5 – рН -метри; 6 – подача на освітлення; 7 – видалення осаду

Для видалення осаду необхідно передбачити відстійники з часом перебування в них стічних вод протягом 2 год.

4.2 Обладнання коагуляційного методу очищення стічних вод

Коагулювання полягає в тому, що до стічної води додається реагент (коагулянт), сприятливий для швидкого виділення із неї дрібних завислих та колоїдних речовин, які при простому відстоюванні або фільтрації не осідають.

Коагуляційний метод очищення застосовується при невеликих витратах стічних вод, за наявності дешевих коагулянтів, необхідності знебарвлення стоків і неповного їх очищення.

Для інтенсифікації процесів коагулювання і осадження утворюваних пластівців широко використовуються органічні природні і синтетичні реагенти –

високомолекулярні речовини, які називаються флокулянтами, їх застосовують самостійно і в сполученні з мінеральними коагулянтами. Найбільш розповсюджений катіонно-аніонний флокулянт – поліакриламід (ПАА).

На рис. 4.2 показана принципова схема установки очищення відпрацьованих водних мастильно-охолоджувальних рідин (МОР) методом коагуляції.

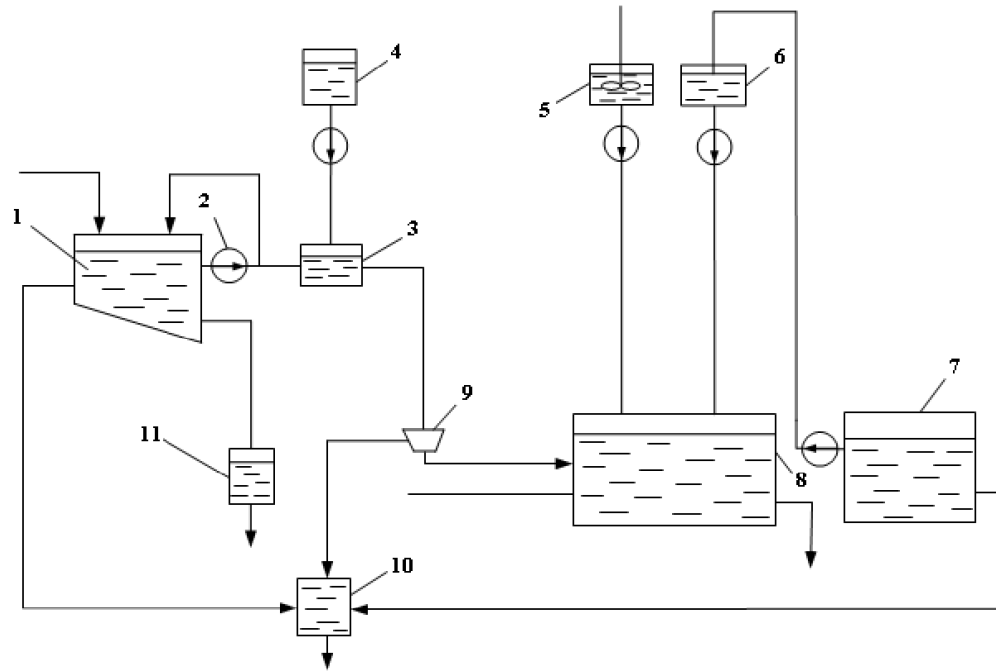


Рис. 4.2 – Принципова схема установки очищення відпрацьованих водних мастильно-охолоджувальних рідин методом коагуляції:

1 – приймальна ємність; 2 – насос; 3 – змішувач; 4 – бак із сірчаною кислотою; 5 – бак для вапняного молока; 6 – бак для коагулянту; 7 – відстійник; 8 – реактор; 9 – відцентровий сепаратор; 10 – збірник мастила; 11 – збірник шламу

Відпрацьована мастильно-охолоджувальна рідина надходить в прийомну ємність 1, в якій протягом декількох годин відстоюється. Мастило, що сплило зливається в ємність 10, осілий шлам – в збірник 11. Емульсія насосом 2 подається до змішувача 3, в якому МОР обробляється сірчаною кислотою, яка надходить з бака 4, до необхідної величини рН. З відцентрового сепаратора 9 відділена органічна фаза прямує до ємності 10, а частково очищена емульсія – до реактора 8. В реакторі рідина обробляється коагулянтом, дозованим з бака 6 і перемішується під дією барботованого струменя повітря з бака 5. Потім розчин відстоюється. Органічна частина надходить у відстійник 7, а воднева фаза після

нейтралізації вапняним молоком (рН до 7 - 8), дозованим з бака 5, надходить на повторне використання або скидається в каналізацію.

У відстійнику 7 здійснюється часткова регенерація коагулянту шляхом оброблення органічної фази сірчаною кислотою з бака 4. Органічна частина зливається в ємність 10, а розчин коагулянту відкачується в бак 6. З ємності 10 органічна маса прямує на утилізацію.

4.3 Обладнання систем сорбційного очищення стічних вод

Сорбція – це процес поглинання твердим тілом або рідиною речовини з навколишнього середовища. Розрізняють поглинання речовин всією масою рідкого сорбенту (абсорбція), поверхневим шаром твердого або рідкого сорбенту (адсорбція), або ж вступання в хімічну взаємодію з нею (хемосорбція).

Для очищення виробничих стічних вод найчастіше всього використовується адсорбція. Для цього до стічної рідини, що очищується, додається сорбент (тверде тіло) в роздрібненому вигляді і змішується зі стічною водою. Потім сорбент, насичений забрудненнями, відділяється від води відстоюванням або фільтруванням. Найчастіше воду, що очищується, пропускають крізь фільтр, завантажений сорбентом.

Найбільш простою спорудою є насипний фільтр, у вигляді колони з нерухомим шаром сорбенту, крізь який фільтрується оброблювана стічна вода. Швидкість фільтрації залежить від концентрації розчинних у стічній воді речовин і коливається від 1 - 2 до 5 - 6 м/год.; крупність зерен сорбенту становить від 1,5 - 2 до 4 - 5 мм. Найбільш раціональний напрямок фільтрування рідини – знизу догори, тому що в цьому разі спостерігається рівномірне заповнення всього перерізу колони і відносно легко витискаються бульбашки повітря і газів, які попадають в шар сорбенту разом зі стічною водою.

Прикладом ефективного застосування сорбції може бути процес видалення із стічних вод нітропродуктів активованим вугіллям. Установка (рис. 4.3) складається з двох адсорбційних колон, працюючих по черзі.

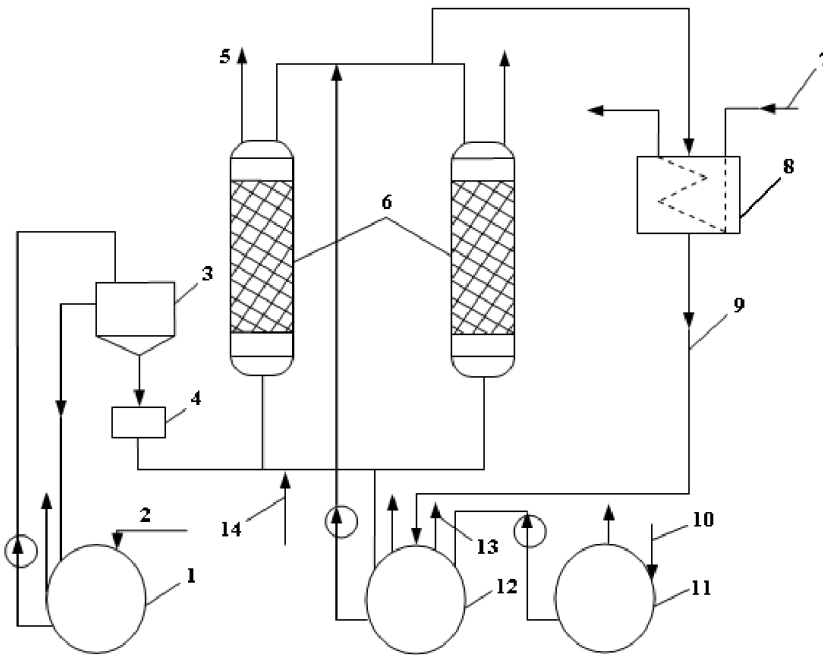


Рис. 4.3 – Схема установки для сорбції з води нітропродуктів активованим вугіллям:
 1 – збірник стічних вод; 2 – подача стічної води; 3 – напірна ємність; 4 – регулятор швидкості напору; 5 – очищена вода; 6 – колона; 7 – подача охолоджувальної води; 8 – конденсатор; 9 – конденсат; 10 – розчинник; 11 – збірник розчинника; 12 – збірник екстракту; 13 – екстракт на ректифікацію; 14 – гостра пара

Активоване вугілля марки КАД завантажене на підстильний шар з коксу, покладеного на дерев'яну решітку. Зверху вугілля теж покрите шаром коксу і зачинене дерев'яною решіткою. Висота шару вугілля близько 5 м. Стічні води надходять в напірний бак і через регулятор потоку – в нижню частину однієї із колон.

Початкова концентрація нітропродуктів в стічних водах $100 - 400 \text{ мг/дм}^3$ після адсорбційної колони знижується до $2 - 4 \text{ мг/дм}^3$. Згодом концентрація на виході поступово збільшується і при досягненні 20 мг/дм^3 колону зупиняють на регенерацію. Регенерація вугілля проводиться розчинниками з відгонкою слідів розчинника гострою парою. Відпрацьований розчинник (екстракт) спрямовують на перегонку. Регенований розчинник повертають в цикл очищення, а нітропродукти, що дуже цінно, знову використовують в основному технологічному процесі.

4.4 Обладнання систем іонообмінного очищення стічних вод

Іонний обмін – це процес обміну між іонами, які перебувають в розчині, і іонами, що присутні на поверхні твердої фази – іоніту.

Іонообмінні установки застосовуються для видалення із стічних вод фенолу, формальдегіду та інших органічних речовин, а також цинку, міді, нікелю, хрому. Використовуються для очищення стічних вод такі види іонітів:

- сильнокислотні катіоніти, які містять сульфогрупи SO_3H , і сильноосновні аніоніти, що містять четвертинні амонієві основи;
- слабокислотні катіоніти, які містять карбоксильні COOH і фенольні групи, дисоціюючі при $\text{pH} > 7$, а також слабоосновні аніоніти, що містять первинні NH_2 і вторинні NH аміногрупи, дисоціюючі при $\text{pH} < 7$;
- іоніти змішаного типу, які виявляють властивості суміші сильної і слабкої кислот або основ.

Важливою властивістю іонітів є їх поглинальна здатність, так звана обмінна ємність. Повна ємність іоніту – це кількість грам-еквівалентів іонів, які перебувають у воді і можуть поглинути 1 м³ іоніту до повного насичення. Робоча ємність іоніту – це кількість грам-еквівалентів іонів, які перебувають у воді і можуть поглинути 1 м³ іоніту у фільтрі при обробленні води до початку проскакування у фільтрат поглинальних іонів.

Оскільки в оброблюваних стічних водах, як правило, вміщується і декілька катіонів, то більше значення має селективність поглинання катіонів.

Процеси іонообмінного очищення стічних вод здійснюються у фільтрах періодичної або безперервної дії.

Стічні води, які подаються на установку, не повинні вміщувати: солей – більше 3000 мг/дм³; завислих речовин - більше 8 мг/дм³; ХСК не повинна перевищувати 8 мг/дм³. При більшому вмісті в стічній воді завислих речовин і більшій ХСК необхідно передбачати її попереднє очищення.

Регенерацію аніонних фільтрів першого ступеня необхідно проводити 4%-ми розчинами їдкого натрію, кальцинованої соди або аміаку; питомі витрати

реагенту на регенерацію рівні 2,5 - 3 мг-екв на 1 мг-екв сорбованих аніонів (на 1 мг-екв робочої обмінної ємності аніоніту).

Регенерацію аніонітових фільтрів другого ступеня необхідно проводити 6 - 8%-ним розчином їдкого натрію. Швидкість пропускання регенеруючого розчину 1 - 1,5 м/год. Питомі витрати їдкого натрію на регенерацію 7 - 8 мг-екв на 1 г-екв сорбованих іонів (на 1 г-екв робочої обмінної ємності аніоніту).

4.5 Флотаційні установки

Флотаційні установки застосовуються для видалення з води завислих речовин, нафтопродуктів, жирів, мастил, смол та інших речовин, осаджування яких є неефективним.

Флотація – це видалення домішок (завислих речовин) зі стічних вод за допомогою флотореагенту (найчастіше повітря), що обволікає домішки і разом з ними підіймається над поверхнею води, утворюючи піну. Обволікання здійснюється на основі молекулярного прилипання бульбашок повітря і домішок.

За принципом насичення води бульбашками повітря певної крупності флотаційні установки бувають (рис. 4.4 і 4.5):

- **напірні, вакуумні, безнапірні, електрофлотаційні** - застосовуються для **очищення стічних вод з вмістом завислих речовин більше 100 - 150 мг/дм³**;
- **імпелерні, пневматичні, с диспергуванням повітря через пористі матеріали** - застосовуються для **очищення вод з вмістом завислих речовин менше 100 мг/дм³**.

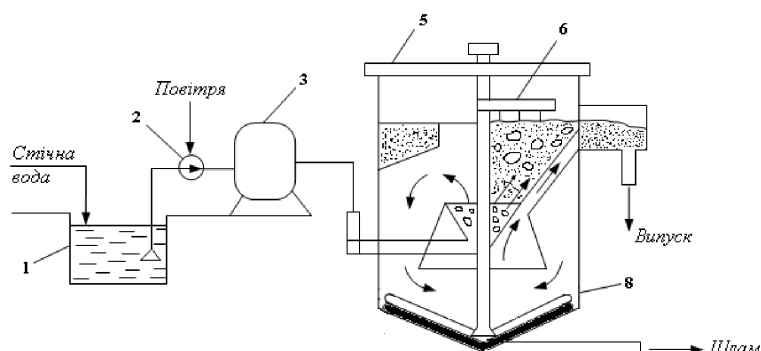


Рис. 4.4 – Схема напірної флотації:

1 – резервуар стічної води; 2 – насос; 3 – напірний резервуар; 4 – шламоприймач; 5 – флотаційна камера; 6 – поверхневі скребки; 7 – регулятор рівню; 8 – донні скребки

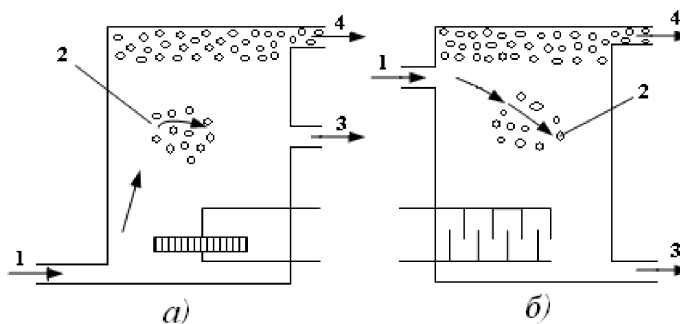


Рис. 4.5 – Схеми електрофлотаційних установок:

а) прямого потоку; б) протитічна;

1 – подача забрудненої води; 2 – електроди; 3 – випуск очищеної води; 4 – випуск шлаку

Для здійснювання процесу розділу фаз застосовуються прямокутні (з горизонтальним і вертикальним рухом води) і круглі (з радіальним і вертикальним рухом води) флотокамери. Об'єм флотокамер складається з об'ємів робочої зони (глибина 1 - 3 м), зони формування і накопичування піни (глибина 0,2 - 1,0 м) і зони осаду (глибина 0,5 - 1,0 м). Гідравлічне навантаження – 3 - 6 м/(м²·год.). Кількість флотокамер повинна бути не меншою 2, причому всі робочі.

4.6 Обладнання систем електрохімічного очищення стічних вод

В технології очищення стічних вод електроенергію можна використовувати як для проведення низки побічних операцій, наприклад одержання озону або хлору (при електролізі кухонної солі) з метою знезаражування, так і для безпосередньої дії на стічну рідину і забруднення, які містяться у ній. Способи електрооброблення частіше всього пов'язані з використанням постійного струму, тобто в основі їх лежать явища електролізу. Це електрокоагуляція і електрофлотація, електроліз, електрохімічне окиснення і відновлення, електролітичне витягання металів із стічних вод і осадів. Найпростіший електролізер являє собою бак зі зануреними в нього електродами, приєднаними до джерела постійного струму (рис. 4.6). Під дією постійного струму хаотичний рух іонів розчинених речовин упорядковується і вони починають переміщуватися в рідині, направляючись відповідно до свого заряду: аніони – до анода, катіони – до катода.

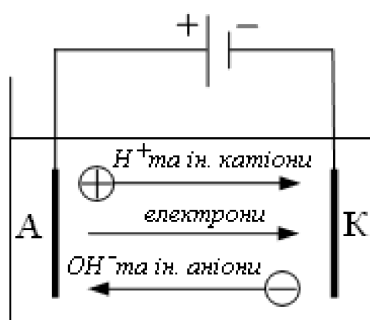


Рис. 4.6 – Переміщення іонів в електролізері

Інтенсивність і характер багатьох електрохімічних явищ, які супроводжують електроліз, залежить від рівня мінералізації рідини, її температури, значення рН, виду електродів (нерозчинні або розчинні залізні, алюмінієві), густини струму.

Підбираючи електроди і параметри електролізу, а також конструкції електролізерів в залежності від складу стічної рідини і задач, вирішуваних при її очищенні, досягають цілеспрямованої і високоефективної роботи установок.

Апарати для електрохімічного очищення стічних вод можуть бути як нерозчинними (електролізери), так із розчинними (електрокоагулятори) анодами. На рис. 4.7 наведена принципова схема установки для очищення ціановмісних стічних вод електролізерами з нерозчинними анодами.

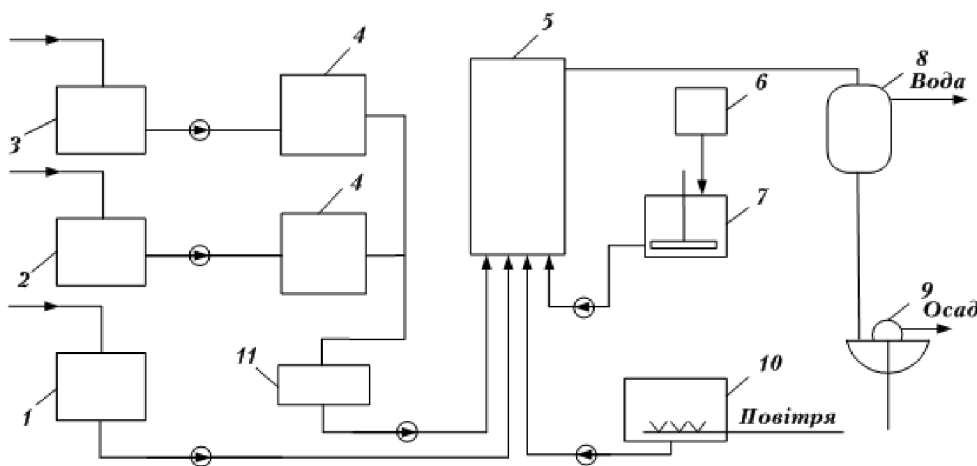


Рис. 4.7 – Принципова схема установки очищення стічних вод електрохімічним способом

В електролізері розташовуються електроди двох типів: сталльні катоди (у вигляді пластин товщиною 1 - 2 мм) і аноди із графітованого вугілля у вигляді плит або стержнів.

Можна застосовувати малозношувані титанові аноди з металооксидним покриттям (діоксид рутенію, магнетит тощо).

Ціановмісні стоки з ємностей осередників 2 і 3 спрямовуються в електролізери 4. При обробленні концентрованих стоків їх розбавляють. З метою підвищення електропровідності середовища в електролізер вводиться хлористий натрій в кількості до 10 мг/дм³. Під дією електричного струму відбувається окиснення ціанідів, після чого стоки через проміжну ємність відправляються в нейтралізатор 5. Основні параметри процесів в електролізері: стоків рН 10 - 11; концентрація ціанідів – 100 - 600 мг/дм³; щільність струму на аноді – 1 - 1,5 А/дм²; напруга – 6 - 12 В; концентрація хлоридів – до 1000 мг/дм³; час окислення – 35 – 60.

Стоки через ємність 11 відправляються в нейтралізатор 5, куди з ємності 1 подаються і кислотно-лужні стоки. Для забезпечення необхідних параметрів процесу (рН = 7,5 - 6,5) в апарат 5 дозується кислота з бака 6 і ємності 7 і 10 %-вий розчин лугів або вапняного молока з ємності 10. Відпрацьовані стоки подаються у відстійник 8, вода скидається в каналізацію, а осад спрямовується у вакуум-фільтр 9 для обезводнення.

Очищена вода з електропровідністю, що дорівнює 20 - 30 мкСм, спрямовується у оборотний цикл.

Електрокоагулятори – апарати з розчинними анодами – виготовляються з алюмінієвими і з стальними електродами. Електрокоагулятори з алюмінієвими пластинчастими електродами застосовуються для очищення концентрованих мастиловмісних стічних вод (відпрацьованих мастилоохолоджувальних рідин), утворених при обробці металів різанням і тиском, з концентрацією мастил не більше 10 мг/дм³.

Електрокоагулятори зі стальними електродами необхідно застосовувати для очищення стічних вод підприємств різних галузей промисловості від

шестивалентного хрому та інших металів при витраті стічних вод не більше 50 м³/год., концентрації шестивалентного хрому до 100 мг/дм³, початковому загальному вмісту іонів кольорових металів (цинку, міді, нікелю, кадмію, тривалентного хрому) до 100 мг/дм³, при концентрації кожного з іонів металів до 30 мг/дм³, мінімальному загальному солевмісті стічної води 300 мг/дм³, концентрації завислих речовин до 50 мг/дм³.

При проектуванні електрокоагуляторів необхідно приймати:

- анодну щільність струму – 150 - 250 А/м²;
- час перебування стічних вод в електрокоагуляторі – до 3 хв.;
- відстань між сусідніми електродами 5 - 10 мм;
- швидкість руху стічних вод в міжелектродних проміжках – не менше 0,03 м/с;
- питомі витрати електроенергії для видалення із стічних вод 1 г Cr⁶⁺, Zn²⁺, Ni²⁺, Cd²⁺, Cu²⁺ за наявності у стічних водах тільки одного компонента – відповідно 3,1; 2 - 2,5; 4,5 - 5; 6 - 6,5; 3 - 3,5 кВт·год./м³;
- питомі витрати металевого заліза для видалення із стічних вод 1 г Cr⁶⁺ – 2 - 2,5 г/м³;
- питомі витрати металевого заліза для видалення 1 г нікелю, цинку, міді, кадмію – відповідно 5,5 - 6; 2,5 - 3; 3 - 3,5 і 4 - 4,5 г/м³.

Електродіалізатори застосовуються для виділення із стічних вод або інших рідин розчинних речовин. Електродіаліз відрізняється від звичайного електролізу тим, що між електродами встановлюються напівпроникні перегородки (мембрани), розміри пор яких допускають проникнення крізь них іонів розчинених речовин, але перешкоджають проходженню більш великих частинок (рис. 4.8). Тоді за рахунок упорядкування руху іонів в анодному відділенні накопичуються аніони розчинених речовин, а в катіонному – катіони і тим самим досягається обезсолення води.

З утворених концентрованих розчинів виконується регенерація цінних речовин.

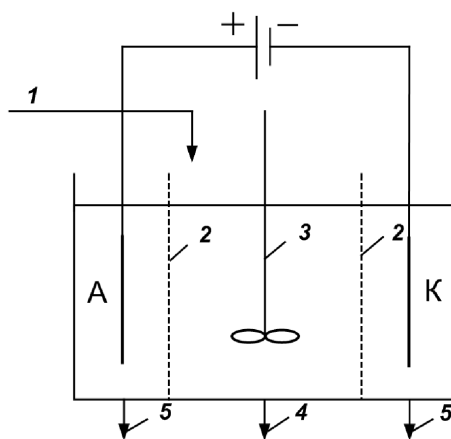


Рис. 4.8 – Електродіаліз:

1 – подача стічної води (рідини), 2 – напівпроникні перегородки (мембрани); 3 – мішалка; 4 – випуск очищеної рідини; 5 – випуски концентрованих розчинів

Ефективність роботи електродіалізаторів підвищується при улаштуванні перегородок із іонітових матеріалів, які являють собою плівки, виготовлені на основі полімерних матеріалів з доданням порошків іонообмінних смол.

Відділяючи анодну камеру аніонопроникною перегородкою, а катодну – катіонопроникною, запобігають надходженню іонів з електродних камер в центральну частину і скорочують витрати струму на повторне перенесення іонів з центральної частини.

Найбільший вихід по струму, а отже, і найменші затрати електроенергії на очищення досягаються в багатокамерних електродіалізаторах, розділених по чергово катіонітовими і аніонітовими перегородками (рис. 4.9). При цьому в камери для концентрованого розчину можна подавати не стічну рідину, а чисту воду.

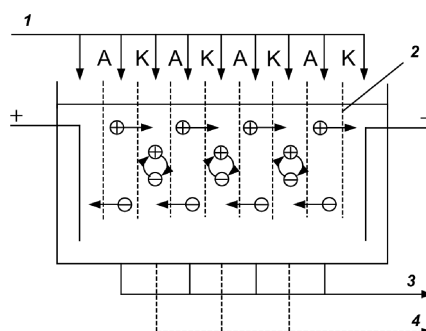


Рис. 4.9 – Багатокамерний діалізатор:

1 – подача стічної рідини; 2 – перегородки; 3 – відведення очищеної води; 4 – відведення концентрованого розчину

За схемою подачі на них очищеної рідини електродіалізатори бувають проточними – коли вода обезсолюється до заданої величини за один прохід, і циркуляційними – коли частково обезсолена вода вертається в електродіалізатор і циркулює до того часу, доки не буде досягнутий необхідний ступінь обезсолювання.

В процесі електродіалізу відбувається зміна рН в електродних відділеннях.

В катодному – вода підлужується, в анодному – підкислюється. В ряді випадків це явище може мати самостійне технологічне значення і використовується як засіб електрохімічного регулювання рН з метою досягнення необхідних результатів очищення стічних вод.

Так, при надходженні в катодне відділення катіонів, здатних утворювати важкорозчинні гідроксиди (Zn^{2+} , Cr^{3+} , Fe^{3+} та інші), там утворюються їх кристали або пластівці, які можуть флотуватися за рахунок виділеного водню. Внаслідок цього зі стічної рідини можна виділити тільки певну групу розчинених речовин, що має особливе значення при регенераційному очищенні стоків. Такий спосіб очищення розглядається як хімічне осаджування без додавання реагентів-осаджувачів.

4.7 Обладнання для процесів екстракції, евапорації, кристалізації

Екстракція – спосіб розділення і вилучення компонентів суміші шляхом їх переведення з однієї рідкої фази (стічної води) в іншу (органічну), яка містить екстрагент. В промисловості здійснюється головним чином в протитечійних апаратах (екстракторах) безперервної дії. Застосовується в гідрометалургії для вилучення міді, для розділення рідких і розсіяних елементів.

На рис. 4.10 показана схема екстракційної насадкової колони. Це найпростіший екстрактор, який являє собою вертикально розташовані металеві баки з засипкою із великих шматків кварцу (6 - 7 см) або різного виду керамічних кілець (рівних, спіральних).

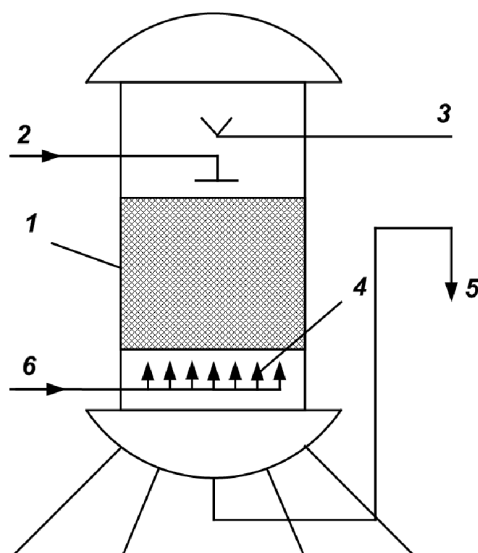


Рис. 4.10 – Екстракційна насадкова колона:
 1 – засипка (насадка); 2 – стічна вода; 3 – екстракт; 4 – сопла для екстрагента; 5 – очищена вода;
 6 – екстрагент

Знизу подається розчинник (екстрагент), питома вага якого менша питомої ваги води, внаслідок чого розчинник підіймається догори. Забруднена стічна вода підводиться зверху. Шари води, зустрічаючи на своєму шляху розчинник, поступово віддають забруднювальні речовини. В такий спосіб можна очищати виробничі стічні води, які містять фенол.

Частіше застосовують багатоступеневу протитечійну екстракцію. Стічні води і екстрагент надходять на установку з протилежних боків. Екстракт (розчин витягнутих речовин в екстракторі) видаляється з першого ступеня, а очищені стічні води (рафінад) із останнього ступеня. Прикладом такого очищення може слугувати витягнення нітропродуктів зі стічних вод бензолом.

Евапорація – відгонка водяним паром летких речовин, які забруднюють стічну воду. Леткі речовини при нагріванні розчинів, які їх містять, переходять в парову фазу. Процес переходу протікає особливо інтенсивно, якщо нагрівати воду, пропускаючи крізь неї пару. В такому разі леткі речовини видаляються з розчину не тільки на поверхні рідини, а і по всій площі контакту розчину з паром.

Схема евапораційної установки для видалення зі стічної вода летких фенолів, показана на рис. 4.11.

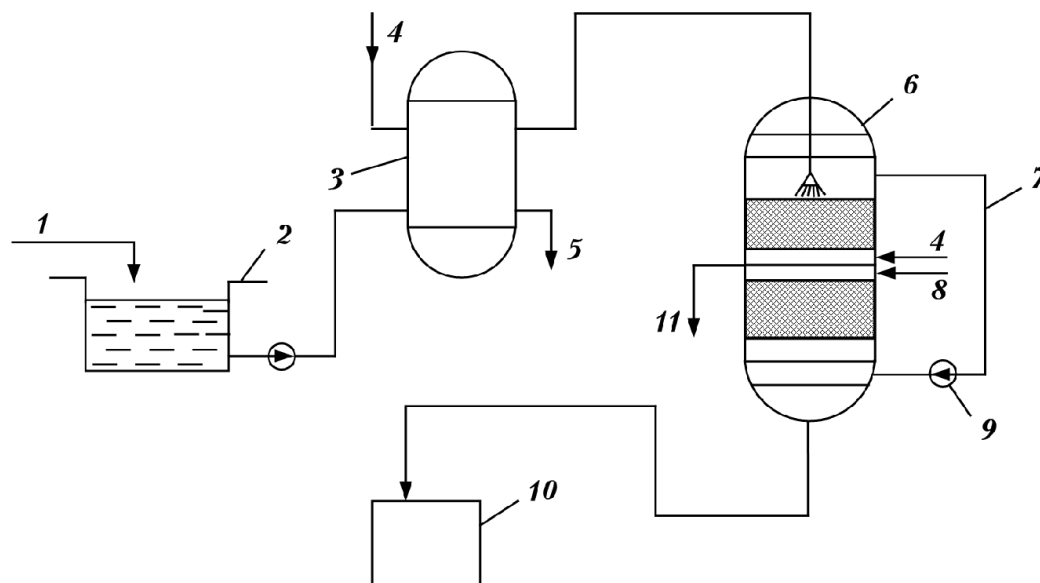


Рис. 4.11 – Установа для видалення з води летких фенолів:

1 – подача феноловмісних стічних вод; 2 – ємність для стічних вод; 3 – теплообмінник; 4 – пара; 5 – конденсат; 6 – колона дефеноляції; 7 – подача паровідгінної суміші; 8 – поглинальний розчин лугів; 9 – вентилятор; 10 – збірник фенолятного розчину; 11 – випуск очищеної води

Очищення проводиться в пароциркуляційних колонах дефеноляції. Верхня частина колони є відпарною, а нижня – поглинальною. Стічна вода через зрошувальний пристрій подається у верхню частину колони і стікає вниз назустріч парі, відбувається відгонка фенолів. Очищена вода відводиться, а суміш водяних парів і фенолу (паровідгінна суміш) забирається вентилятором і подається в нижню частину колони. На середині висоти відбувається зрошення насадки гарячим розчином лугу, який поглинає з пари феноли. Відпрацьований розчин, який містить фенолати, збирається і відводиться на переробку. Несконденсовані пари через стояк надходять у верхню частину колони.

Різновидом евапорації є азеотропна відгонка, основана на здатності низки хімічних сполук утворювати з водою азеотропні (нероздільно-киплячі) суміші, температура кипіння яких нижча температури кипіння чистих речовин.

Нагріваючи стічну воду, що містить такі речовини, відгонять азеотропну суміш з подальшим витягуванням з неї забруднювальних речовин.

При невеликій розчинності забруднювального компонента спосіб азеотропної відгонки можна розглядати не тільки як спосіб регенерації цінних речовин, але і як спосіб глибокого очищення стічних вод.

Кристалізація – процес утворення кристалів із парів, розчинів, розплавів, із речовини в іншому кристалічному або аморфному станах. Кристалізація починається при досягненні деякої критичної умови, наприклад переохолодженні рідини або перенасиченні пари, коли практично миттєво виникає безліч дрібних кристаликів – центрів кристалізації. Кристалики ростуть, приєднуючи атоми або молекули з рідини або пари.

Кристалізація застосовується для очищення виробничих стічних вод з великою концентрацією забруднень, здатних утворювати кристали. Зазвичай проводиться попередній процес – випарювання стічної води, щоб створити підвищену концентрацію забруднень, при якій можлива кристалізація. Для прискорення процесу кристалізації забруднень стічна вода охолоджується і перемішується. Випарювання і кристалізація стічної води здійснюється зазвичай у природних ставках і водоймищах. Цей спосіб очищення виробничих стічних вод неекономічний, тому він не набув поширення.

На підприємствах застосовуються такі типи кристалізаторів:

- періодичної дії з природним охолодженням за рахунок випарювання води;
- періодичної дії з перемішуванням і штучним охолодженням;
- безперервної дії, випарні з підігрівом, вакуумні.

Вакуум-кристалізаційні установки набули широкого розповсюдження в чорній і кольоровій металургії для виділення солей металів. Процес проводиться при вакуумі, при якому травильний розчин вуглеводних сталей в сірчаній кислоті закипає і випаровується, знижується температура розчину і підвищується концентрація залізного купоросу. Вакуум створюється за допомогою пароструменевих насосів-ежекторів. Найбільш розповсюджені багатоступеневі установки безперервної дії. Найбільше розрідження утворюється в останньому четвертому ступені. Гарячий розчин перетікає з одного ступеня на інший,

поступово охолоджуючись до 10 °С. Пульпа (суміш кристалів з маточним розчином) виводиться з четвертого ступеня і подається на центрифуги.

Контрольні питання

1. Опишіть сутність фізико-хімічного очищення стічних вод.
2. Наведіть переваги фізико-хімічного очищення стічних вод перед біологічним очищенням.
3. Охарактеризуйте способи нейтралізації виробничих стічних вод.
4. Розкрийте особливості коагулювання стічних вод.
5. Поясніть процес сорбційного очищення стічних вод.
6. Розкажіть про особливості застосування іонообмінного очищення стічних вод.
7. Наведіть класифікацію флотаційних установок.
8. Опишіть процес електрохімічного очищення стічних вод.
9. Розкрийте особливості застосування екстракції, евапорації та кристалізації при очищенні стічних вод.

ТЕМА 5

ПРИНЦИПИ ТА МЕТОДИКА ПРОЄКТУВАННЯ ПРИРОДООХОРОННИХ ОБ'ЄКТІВ

План

5.1 Загальні відомості.

5.2 Етапи проєктування.

5.3 Зміст проєкту.

5.4 Проєктування, як етап життєвого циклу об'єкта.

5.5 Особливості та зміст навчального проєктування.

5.1 Загальні відомості

До природоохоронних об'єктів відносять споруди, устаткування та комплекси заходів, за допомогою яких дотримуються встановлених належним чином нормативних параметрів допустимого впливу на навколишнє природне середовище та збереження або поліпшення стану окремих складових довкілля.

До природоохоронних об'єктів належать:

- санітарно-захисні зони навколо промислових або інших об'єктів, що являють собою загрозу забруднення атмосферного повітря;
- димові та вентиляційні труби, які забезпечують розсіювання в атмосфері шкідливих викидів;
- очисні споруди стічних та інших зворотних вод, в т.ч. біоплато;
- поля асенізації, поля зрошення та поля фільтрації;
- дренажні системи, що понижують рівень ґрунтових вод;
- протифільтраційні екрани, що захищають підземні води від забруднення і попереджують заболочування прилеглої території;
- водоохоронні зони та прибережні захисні смуги, що забезпечують охорону водотоків та водойм від забруднення та засмічення поверхневим стоком з площі водозбору;
- рибозахисні заходи;

- заходи з укріплення берегів;
- комплекси заходів для інтенсифікації внутрішньо водоемних процесів самоочищення природних вод;
- заходи, що попереджують водну ерозію ґрунтів;
- полезахисні смуги, що попереджують вітрову ерозію ґрунтів;
- сміттєзвалища і полігони побутових та виробничих відходів;
- сміттєсортувальні, сміттєпереробні та сміттєспалювальні заводи.

При проектуванні природоохоронних об'єктів та заходів слід дотримуватись наступних умов:

1. Природоохоронні заходи та об'єкти, що проектуються, мають повністю забезпечити досягнення встановлених нормативів охорони природного середовища та раціонального використання природних ресурсів.

2. Намагаючись захистити від забруднення та виснаження один якийсь компонент довкілля, не слід допустити забруднення або порушення іншого.

3. Природоохоронні заходи, що плануються, повинні комплексно вирішувати проблеми збереження і відтворення природного середовища.

4. Враховуючи надзвичайно складні умови, в яких експлуатуються природозахисні споруди, слід використовувати для їх виготовлення довговічні матеріали, конструкції їх мають бути придатними для заміни або часткового ремонту окремих деталей, що зношуються.

5. Слід дотримуватись розумної виваженої економії при створенні та експлуатації природоохоронних споруд.

6. При проектуванні природоохоронних заходів необхідно використовувати новітні досягнення науки і техніки в галузі технологій та матеріалів.

Проект є сумою абстрактних уявлень (текстових і графічних матеріалів), які описують і зображають з мінімально необхідним ступенем деталізації майбутнє підприємство в цілому і його складові частини, зокрема. Текстові матеріали – це пояснювальні записки, кошторисні документи, специфікації обладнання та будівельних матеріалів тощо. До графічних матеріалів відносяться креслення, графіки, схеми і таке інше.

Проектування – це процес, що полягає в перетворенні вихідного опису об'єкта в остаточний опис на основі виконання комплексу робіт дослідницького, розрахункового і конструкторського характеру. Перетворення вихідного опису в остаточне породжує проміжні описи, що є предметом розгляду з метою визначення закінчення проектування або вибору шляхів його продовження. Такі описи називають проектними рішеннями.

У будь-якому випадку проектування починається при наявності завдання на проектування, що відбиває потреби суспільства в одержанні певного технічного виробу. Це завдання подається у вигляді тих або інших документів і є первинним описом об'єкта.

Склад проектної документації для будівництва визначається Державними будівельними нормами України – ДБН А.2.2-3-2004 «Проектування. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва».

Розробку проектної документації можуть виконувати проектні організації або окремі фахівці – суб'єкти господарської діяльності, які мають ліцензію на цей вид діяльності.

Проектна документація розробляється проектувальником і має відповідати положенням законодавства, регіональних та місцевих правил забудови, а також вимогам нормативів та нормативних документів. У розробці й реалізації проекту, крім проектної організації (генеральний підрядник), беруть участь спеціалізовані підприємства: будівельні, монтажні, пусконаладжувальні й ін., які називаються субпідрядниками.

Відносини між замовниками й підрядниками регламентуються інструкціями про порядок розробки, узгодження, затвердження й склад проектної документації на будівництво підприємства.

Результатом проектування, як правило, служить повний комплект документації, що містить достатні відомості для виготовлення об'єкта в заданих умовах. Ця документація являє собою остаточний опис об'єкта.

Процес розробки проектної документації залежно від складності об'єкта має одну, дві або три стадії.

В одну стадію – робочий проєкт (РП) – розробляються проєкти для технічно не складних об'єктів. Для більш складних об'єктів проєктування здійснюється у дві стадії: ескізний проєкт (ЕП) і робоча документація (Р) – для об'єктів цивільного призначення, а для виробничих об'єктів – техніко-економічний розрахунок (ТЕР) і робоча документація (Р). Проєкти технічно складних об'єктів виробничого призначення виконуються в три стадії: техніко-економічне обґрунтування (ТЕО), проєкт (П), робоча документація (Р).

В робочому проєкті зазначають конкретні технічні, технологічні та інженерні рішення для об'єкта, який проєктують, його кошторисна вартість і техніко-економічні показники. До складу робочого проєкту входять: пояснювальна записка, робочі креслення, кошторис. Будівництво об'єкта проводять безпосередньо за робочими кресленнями.

Ескізний проєкт розробляють для визначення архітектурно-планувальних та функціональних рішень щодо об'єкта, попередніх розрахунків кошторисної вартості, а іноді для участі у конкурсі або тендері. Ескізний проєкт є підставою для розробки наступної стадії – робочої документації, яка є аналогом робочого проєкту. Робоча документація потрібна для виконання будівельно-монтажних робіт.

Техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) розробляють для складних об'єктів, які потребують детального обґрунтування інженерно-технічних рішень, визначення варіантів, а також доцільності будівництва самого об'єкта.

Для менш складних об'єктів з цією ж метою розробляють техніко-економічний розрахунок (ТЕР). ТЕР виконують, як правило, при двостадійному проєктуванні.

Завершальною стадією проєктування є робоча документація, яку розробляють після затвердження попередніх стадій проєкту.

Робоча документація складається головним чином з робочих креслень, які використовують для виконання будівельно-монтажних робіт. У робочій

документації наводять перелік видів робіт, для яких необхідне складання актів на приховані роботи та актів проміжного прийняття до готовності відповідних конструкцій, специфікація обладнання, що треба придбати, і обладнання індивідуального виготовлення. Для здійснення будівництва об'єктів, що запроєктовані, розробляють окремий «Проект організації робіт (ПОР)».

ТЕО служить основою для ухвалення рішення про будівництво об'єкта. Якщо таке рішення прийняте, то переходять до стадії технічного проектування. У процесі роботи над технічним проектом природоохоронних систем розробляється його укрупнена хіміко-технологічна схема (ХТС), а на її основі – матеріальний і тепловий баланс системи (МТБ). МТБ, у свою чергу, служить підставою для ухвалення проєктних рішень щодо апаратного оформлення виробництва, для розрахунку апаратури (основної і допоміжної) і для розробки детальної хіміко-технологічної схеми окремих стадій, а потім об'єднання цих схем в апаратно-технологічну схему (АХТС) всього виробництва. На основі ХТС ухвалюються рішення про розбиття всього виробництва на будівельні блоки. Потім здійснюється компоновка устаткування (розміщення устаткування усередині будівель і споруд) цих блоків і ухвалюються архітектурно-будівельні рішення.

Здійснюється розміщення будівельних блоків на генеральному плані будівництва (карті заводу). Після чого виконується монтажне опрацювання, тобто розрахунок і трасування (визначення трас проходження) внутрішніх, міжапаратних і зовнішніх міжцехових трубопроводів і інших комунікацій. Паралельно розробляється система контролю та автоматизації виробництва, електротехнічна частина проекту, за всіма етапами готується кошторисна документація. Результатом ТП є детальний проєкт майбутнього виробництва, що включає, розрахунково-пояснювальні записки, креслення, кошторисну документацію і таке інше.

На стадії робочого проєкту формується уся необхідна документація для будівництва об'єкта.

Проектувальники при розробленні проектної документації несуть відповідальність та забезпечують:

- відповідність архітектурним і містобудівним вимогам та високу архітектурно-художню якість;
- відповідність вимогам чинних нормативних документів;
- захист навколишнього природного середовища, екологічну безпеку і раціональне використання природних ресурсів згідно з ДБН А.2.2-1;
- відповідність вимогам з енергозбереження;
- експлуатаційну надійність;
- ефективність інвестицій;
- патентну чистоту прийнятих технічних рішень та застосованого обладнання;
- відповідність проектних рішень вихідним даним та дозвільним документам.

Проектування складного промислового об'єкта потребує зусиль фахівців різних спеціальностей, які за специфікою задач, що вони вирішують, об'єднуються у відповідні відділи або групи.

5.2 Етапи проектування

Проектні роботи виконуються на підставі договорів (контрактів), укладених між замовниками і проектувальниками (ст. 324 Господарського кодексу України). Договір можна укладати на виконання передпроектних робіт, комплексу проектних робіт, окремих стадій та розділів проекту.

Проектування об'єктів здійснюється з дотриманням законодавства України на підставі вихідних даних. Вихідні дані для виконання проектних робіт на відповідній стадії замовник зобов'язаний надати до початку виконання проектних робіт.

До складу вихідних даних належать:

- архітектурно-планувальне завдання (АПЗ);
- технічні умови щодо інженерного забезпечення об'єкта (ТУ);

- завдання на проектування.

Для об'єктів виробничого призначення додатково подаються такі матеріали:

- висновки територіальних організацій у будівництві щодо розміщення об'єктів будівництва;

- дані технічних проєктів на машини та обладнання з тривалим циклом розробки, конструювання і виготовлення;

- номенклатура продукції, виробнича та розрахункова програми;

- креслення і технічні характеристики продукції підприємства;

- відомості про імпортне та вітчизняне обладнання або креслення на нетипове та нестандартизоване обладнання з показниками енергоефективності;

- необхідні дані щодо виконаних науково-дослідних робіт, пов'язаних з утворенням нових технологічних процесів і обладнання;

- дані з інвентаризації існуючих на підприємствах (будинках, спорудах) джерелах забруднення при реконструкції;

- матеріали, одержані від організацій державного нагляду про стан водоймищ, атмосферного повітря, ґрунту, геологічні умови, флору, фауну, наявність об'єктів природно-заповідного фонду, їх статус та охоронні зони;

- при забудові площ залягання корисних копалин – дозвіл на забудову, виданий органами місцевого самоврядування, згідно з чинним Положенням.

Етапи проєктування та зміст робіт:

1. Інвестиційні наміри. Передпроектні проробки.
2. Конкурс на виконання проєктних робіт (відбір проєктувальника). Вихідні дані і завдання на розробку ТЕО інвестицій.
3. Укладання договору на розробку ТЕО інвестицій.
4. ТЕО інвестицій.
5. Погодження ТЕО інвестицій у частині розміщення і розмірів площадки будівництва, трас інженерних мереж.
6. Експертиза ТЕО інвестицій, що підлягає затвердженню.
7. Погодження, затвердження ТЕО інвестицій.
8. Додаткові вихідні дані для розробки проєкту.

9. Відбір проєктувальника.

10. Проєкт.

11. Узгодження трас інженерних мереж. Дотримання екологічних вимог. Вибіркове узгодження проєктів територіальною проєктною організацією. Узгодження проєкту в частині розміщення розмірів площадки будівництва (при необхідності узгодження з відповідними організаціями).

12. Експертиза проєкту.

13. Затвердження проєкту.

14. Клопотання про вилучення і надання земельної ділянки.

15. Рішення про вилучення (вкуп) земельної ділянки і умови його надання.

16. Тендер (торги) підряду на будівництво об'єкта або відбір підрядника.

17. Робоча документація.

18. Погодження інженерних мереж.

19. Клопотання про дозвіл на проведення будівельно-монтажних робіт.

20. Дозвіл на проведення будівельно-монтажних робіт.

Проєктування для будівництва об'єктів промислового призначення може мати до трьох стадій і двадцяти етапів. Фактичне число стадій і етапів проєктування може бути меншим залежно від архітектурної, технічної і екологічної складності об'єкта, вимог місцевих органів містобудування і архітектури, вартості будівництва. Стадії проєктування встановлюються інвестором (замовником) разом із проєктувальником.

На рис. 5.1 показано етапи створення підприємства – від видачі завдання на проєктування до запуску виробництва, організації, що відповідають за виконання відповідних етапів та їх взаємодію.

З рис. 5.1 можна бачити, що проєктування є ітераційним процесом. Наприклад, ухвалені рішення при обґрунтуванні інвестицій не тільки уточнюються, але й можуть змінитися. Наприклад, у процесі підготовки завдання на проєктування може уточнюватися прийнятий метод виробництва, асортименти й потужність майбутнього промислового об'єкта та ін. Рішення, прийняті при

підготовці завдання на проектування, у свою чергу, можуть коректуватися при розробці проекту.

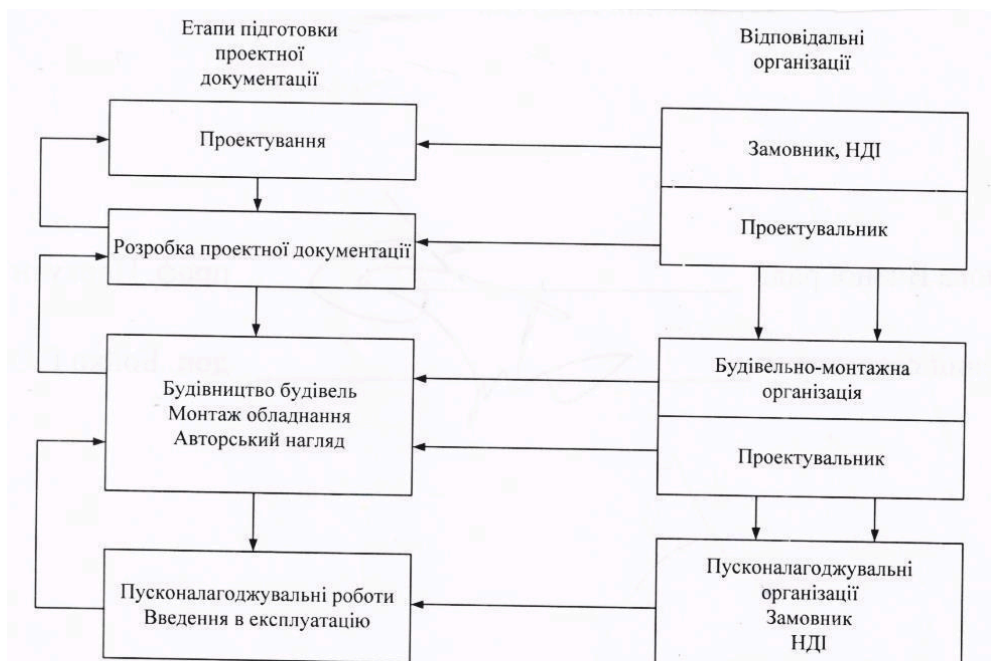


Рис. 5.1. Організації що відповідають за різні етапами підготовки проектної документації

Враховуючи те, що більшість нормативних документів, якими регламентують вимоги та нормативи щодо проектування природоохоронних об'єктів та заходів, розроблені 20 і більше років тому і з того часу майже не коригувалися, у вступній частині проекту доцільно мати розділ, *що містить наукове обґрунтування проекту*, тобто аналітичний огляд сучасних науково-технічних досягнень у галузі природоохоронних технологій, яку використовують об'єкти, що проектуються.

В цьому розділі слід надати опис технологій і споруд, що розроблені за останні 10-20 років у певній галузі, показати їх технічні та економічні переваги порівняно з установленими, що розробляються за чинними нормативними документами, навести приклади практичного впровадження цих розробок, вказати на можливі недоліки чи особливості експлуатації. Особливо слід підкреслити, які відхилення від вимог чинних нормативних документів можуть виникнути під час проектування нових об'єктів і які наслідки це може викликати.

При складанні огляду науково-технічних досягнень використовують публікації періодичних і книжкових видань, Internet, рекламні проспекти тощо. Наводять приклади експлуатації чи дослідно-виробничих випробувань та впроваджень цих розробок.

Результатом цього огляду мають бути науково обґрунтовані рекомендації щодо проєктування конкретного природоохоронного заходу чи об'єкта з викладенням технічних і економічних показників, що показують перевагу порівняно з усталеною практикою.

Наукове обґрунтування прийнятих проєктних рішень може зіграти вирішальну роль при проведенні тендеру і при експертизі проєкту.

Складовою частиною цього розділу має бути *патентний пошук*.

Патенти, авторські свідоцтва та інші документи про винаходи містять інформацію про найновітніші конструкторські та технологічні розробки, які втілені або можуть бути втіленими у практику.

Аналіз та використання патентної інформації забезпечує розробку проєктів будівництва нових або реконструкцію існуючих об'єктів на основі новітніх технічних досягнень у певній галузі. З цією метою до початку проєктування доцільно провести патентний пошук, який полягає в ознайомленні з патентною документацією в галузі, до якої належить об'єкт, що проєктується, відбір пропозицій та ідей для втілення в проєкт.

Під час патентного пошуку, як правило, розглядають матеріали за останні 10 – 12 років приблизно 7 – 8 країн, які мають помітні досягнення в певній галузі.

Результати патентного пошуку надають у табличній формі для наочного їх перегляду фахівцями, що мають ними користуватися.

При використанні патентних матеріалів слід дотримуватися норм патентного права щодо авторської власності.

До початку саме проєктних робіт проводять роботи з отримання вихідної інформації для проєктування, до якої *належать інженерно-екологічні вишукування*, які містять:

- топографічний план (карта) місцевості в горизонталях з масштабом 1:10000 чи 1:5000 для складання генплану з масштабом від 1:100 до 1:10 для робочих креслень;

- геологічний розріз з описом тектонічної структури, рівнем ґрунтових (підземних) вод, наявністю шкідливих геологічних проявів (зсувів, суфозій, карстів тощо);

- дані щодо залягання корисних копалин;

- дані щодо стану водних об'єктів, атмосферного повітря, ґрунтів, флори, фауни, наявності об'єктів природно-заповідного фонду, їх статус та охоронні зони;

- матеріали про наземні, підземні споруди, комунікації та їх технічний стан.

Крім того, замовник проекту надає інформацію про призначення, виробничу програму, технологію, матеріальне, енергетичне і транспортне забезпечення об'єкта, що проектується, а також відомості про обладнання, яке необхідно придбати, і про нестандартне устаткування, що виготовляють індивідуально.

Переважний обсяг проектної документації складають креслення – своєрідна мова проектувальника. Цю мову мають повністю, до найдрібніших подробиць, розуміти як самі проектувальники, так і будівельники.

Під час будівництва використовують велику кількість готових деталей, конструкцій та устаткування, виготовлених різними підприємствами, в тому числі за кордоном. Ці різноманітні речі повинні бути там, де необхідно, з'єднуватися між собою, утворюючи єдиний комплекс споруди, що будується.

З метою єдності виконання, розуміння та застосування креслень всіма, хто їх створює та ними користується, діє *єдина система конструкторської документації (ЄСКД)*, до якої входять близько 200 окремих стандартів. ЄСКД забезпечує:

- єдність правил виконання та оформлення конструкторської документації, багаторазове її використання;

- однакове розуміння креслень на різних рівнях застосування проектної документації;

- уніфікацію і стандартизацію окремих деталей, конструкцій та устаткування незалежно від виробника;

- автоматизацію проєктування;
- можливість проведення ремонтних робіт;
- застосування імпортої техніки та технологій;
- систему зберігання та повторного використання документації.

Стандарти ЄСКД регламентують:

- формати креслень і масштаби зображень;
- правила оформлення креслень;
- застосування ліній, графічне зазначення матеріалів;
- правила нанесення розмірів зображень;
- літерні та текстові позначення на кресленнях;
- виконання окремих видів креслень: генпланів, загальних видів, розрізів і перерізів, складальних, монтажних, габаритних тощо;
- правила поводження з конструкторською документацією: облік, зберігання, розповсюдження, внесення змін тощо;
- автоматизацію процесу розробки проектно-конструкторської документації.

За останні роки *система автоматизованого проєктування (САПР)* набула значного поширення і поступово витісняє традиційні засоби розробки конструкторської документації.

САПР – це результат ефективної взаємодії фахівця з комп'ютером. САПР включає такі основні компоненти:

- технічні засоби – персональні комп'ютери, комп'ютерну мережу, пристрої вводу-виводу інформації;
- математичне, лінгвістичне, програмне, інформаційне забезпечення;
- бази даних.

Креслення при автоматизованому проєктуванні виконуються як у візуальній формі на паперових носіях у кольоровому зображенні, так і на магнітних носіях.

В процесі реалізації проєкту проектна організація здійснює *авторський нагляд за будівництвом* об'єкта, який полягає у контролі за зведенням споруд відповідно до проєкту або внесення, у разі потреби, відповідних змін до проєктних рішень.

Особливої уваги авторського нагляду потребують підземні та інші споруди, доступ до яких після закінчення будівництва неможливий або обмежений.

При будівництві таких споруд складають акти, в яких засвідчують відповідність збудованих споруд проектним рішенням. Ці акти враховують під час прийомки об'єктів до експлуатації.

Усі дії авторського нагляду фіксуються в окремому журналі.

Представники проектно-організацій беруть участь у пусконаладжувальних роботах, доводячи ефективність роботи природоохоронних споруд до проектних параметрів.

Пуско-налагоджувальні роботи полягають, головним чином, у підготовці устаткування захисних споруд до промислової експлуатації.

Термін пуско-налагоджувальних робіт, якщо справа йде про підготовку до експлуатації механічного обладнання, триває від декількох днів до кількох тижнів. Для очисних споруд, до складу яких входять біологічні елементи (активний мул, вища водна рослинність), пуско-налагоджувальні роботи можуть тривати декілька місяців.

Після закінчення будівництва об'єкта проводять процедуру його прийому до експлуатації. До цієї події необхідно виконати усі роботи, які стосуються охорони навколишнього середовища, що ретельно перевіряється робочою комісією, до складу якої входять представники проектно-організацій. Встановлюють відповідність збудованих споруд проекту, наявність актів робіт, ефективність природоохоронних заходів, що вводять до експлуатації.

До початку роботи робочої комісії на збудованому об'єкті здійснюють випуск продукції, починають працювати усі природоохоронні споруди, встановлюють їх працездатність та надійність роботи.

Після усунення недоліків, що виявлені робочою комісією, готовий до експлуатації об'єкт приймає державна комісія, яку очолює представник місцевої влади чи представник відповідного міністерства, якщо йдеться про об'єкт державної власності.

До складу державної комісії входять представники замовника проекту, проектної організації, забудовника, органів охорони довкілля, санітарного нагляду та інших контролюючих органів.

5.3 Зміст проекту

Проект на будівництво, розширення і реконструкцію промислового об'єкта розробляють на підставі вихідних даних і завдання на проектування, а також погодженого ТЕО інвестицій.

Проект розробляють без зайвої деталізації у складі і обсязі, достатньому для обґрунтування проектних рішень, визначення обсягів основних будівельно-монтажних робіт, потреб у обладнанні, будівельних конструкціях, матеріальних, паливно-енергетичних, трудових і інших ресурсах, положень з організації будівництва, а також визначення базисної кошторисної вартості будівництва і капітальних вкладень (розрахункова кошторисна вартість будівництва).

При застосуванні обладнання індивідуального виготовлення, включаючи нетипове і нестандартизоване, у відповідних розділах проекту належить наводити вихідні вимоги на розробку цього обладнання.

Для зручності розробки і подальшого використання проект розбивається на розділи. Кожен розділ поділяється на підрозділи, що іменуються частинами проекту.

Згідно з ДБН А.2.2-3-2012 *технічний проект* повинен містити наступні розділи та частини.

Розділ I. Загальні положення

1. Вихідні дані для проектування.

2. Пояснювальна записка.

3. Коротка характеристика об'єкта (будови)

4. Дані інженерних вишукувань.

5. Відомості про потреби в паливі, воді, тепловій та електричній енергії, заходи щодо енергозбереження та ін., окремо на власні потреби та технологію.

6. Відомості про черговість будівництва та пускові комплекси.
7. Дані про ефективність капітальних вкладень (за необхідності).
8. Основні рішення та показники за генеральним планом, інженерних мережах і комунікаціях.
9. Відомості про інженерний захист територій і об'єктів.

10. Охорона праці.

11. Оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС). Надається резюме заяви про екологічні наслідки (згідно з ДБН А.2.2-1), якщо вони не виконувались у ТЕО або сталися зміни у технологічному процесі.

12. Оцінка ефективності прийнятих рішень і порівняння техніко-економічних показників проєкту з показниками, які затверджені або схвалені в ТЕО.

13. Оцінка економії, отриманої за результатами впровадження енергозберігаючих заходів.

Розділ II. Генеральний план і транспорт

1. Коротка характеристика району та будівельного майданчика. Рішення та показники генерального плану, внутрішньо-майданчикowego і зовнішнього транспорту.

2. Основні планувальні рішення, заходи щодо благоустрою та обслуговування територій.

3. Рішення щодо розташування інженерних мереж та комунікацій.

4. Організація охорони підприємства (будівлі, споруди).

Розділ III. Технологічна частина

1. Коротка характеристика і обґрунтування рішень щодо прийнятої технології виробництва та виділення технологічних вузлів.

2. Рішення із застосування маловідходних та безвідходних процесів і виробництв.

3. Дані про трудомісткість (верстатомісткість) виготовлення продукції, механізацію та автоматизацію технологічних процесів.

4. Склад та обґрунтування обладнання, яке застосовується (в тому числі придбаного по імпорту).
5. Кількість робочих місць та їх оснащеність.
6. Загальна чисельність працівників, у тому числі за категоріями і кваліфікацією.
7. Рішення з організації ремонтного господарства.
8. Дані про кількість та склад шкідливих викидів в атмосферу та водні джерела (наводяться по окремих цехах виробництва, спорудах).
9. Характеристика цехових і міжцехових комунікацій.
10. Рішення з теплопостачання, електропостачання та електрообладнання.
11. Пропозиції з експлуатації електроустановок.
12. Паливно-енергетичний та матеріальний баланси технологічних процесів.
13. Рішення щодо енергозбереження та застосування енергозберігаючих технологій.

Розділ IV. Архітектурно-будівельні рішення

1. Коротка характеристика району ділянки будівництва.
2. Короткий опис та обґрунтування архітектурно-будівельних рішень щодо основних будівель та споруд.
3. Принципові рішення із прийнятої конструктивної схеми об'єктів (матеріали і характеристики елементів несучих конструкцій).
4. Обґрунтування принципових рішень із освітлення робочих місць, зниження виробничих шумів та вібрацій, побутового, санітарного обслуговування працюючих.
5. Заходи щодо електро-, вибухо- і пожежобезпеки, захисту будівельних конструкцій, мереж та споруд від корозії.
6. Основні рішення із водопостачання, каналізації, опалення, вентиляції та кондиціонування повітря.
7. Рішення з енергозбереження.
8. Переліки індивідуальних проєктів і проєктів повторного застосування.

9. Рішення щодо захисних споруд цивільної оборони (оформляються у встановленому порядку).

Розділ V. Організація будівництва

Склад, обсяг та зміст проектної документації розділу встановлюються відповідно до вимог та рекомендацій ДБН А.3.1-5. Зокрема, в цьому розділі наводиться така інформація. Відомості про генерального підрядника; категорію будівельної складності об'єкта; про потребу у будівельних конструкціях, виробках, деталях, напівфабрикатах, матеріалах і устаткуванні для будівництва об'єкта; про об'єми будівельно-монтажних робіт, календарний план виконання робіт; відомості про потреби в робочій силі, будівельних машинах і механізмах.

У цьому розділі також даються основні рішення з організації і терміну будівництва.

Розділ VI. Кошторисна документація

Зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва з об'єктними та локальними кошторисними розрахунками виконується відповідно до вимог ДБН Д. 1.1-1-2000, які встановлюють основні правила визначення вартості нового будівництва, реконструкції підприємств, будівель і споруд і носять обов'язковий характер при визначенні вартості об'єктів, будівництво яких здійснюється із залученням бюджетних коштів або коштів підприємств, установ і організацій державної власності. По об'єктах, будівництво яких здійснюється за рахунок інших джерел фінансування, ці правила носять рекомендаційний характер, і їх застосування обумовлюється контрактом.

Розділ VII. Цивільне будівництво

Необхідність розробки цього розділу встановлюється в завданні на проектування.

У випадках, коли разом з об'єктом виробничого призначення необхідне будівництво нового або розширення існуючого міста (селища), до складу проекту включається проектна документація на цивільне будівництво у відповідному обсязі.

Робочий проєкт на будівництво, розширення і реконструкцію промислового об'єкта розробляють на підставі вихідних даних і завдання на проєктування, а також погодженого ТЕО інвестицій (при його виконанні).

Робочий проєкт є стадією проєктування, що призначена для погодження, затвердження проєктної документації, а також для будівництва об'єкта.

Робочий проєкт складається із загальної пояснювальної записки і робочих креслень, кошторисної документації і розділу організації будівництва і має таку структуру.

I Загальні положення

1. Вихідні дані для проєктування.
2. Пояснювальна записка.
3. Коротка характеристика об'єкта, дані про проєктну потужність об'єкта (місткість, пропускна спроможність).
4. Дані інженерних досліджень.
5. Відомості про потреби в паливі, воді, електричній та тепловій енергії, заходи щодо енергозбереження тощо.
6. Відомості про черговість будівництва та пускові комплекси.
7. Матеріали ОВНС, включаючи дані щодо всіх очікуваних впливів на довкілля (земельні, водні та інші ресурси), їх мінімізація та компенсація.
8. Рішення з інженерного захисту територій і об'єктів.
9. Основні техніко-економічні показники.
10. Економічний розрахунок ефективності інвестицій (за вимогою інвестора).

II Архітектурно-будівельні рішення

1. Рішення та основні показники генерального плану, благоустрою та озелененню.
2. Короткий опис і обґрунтування архітектурних рішень та їх відповідність функціональному призначенню з урахуванням містобудівних вимог. Рішення щодо оздоблення будинку, споруди.

3. Основні рішення із прийнятої конструктивної схеми об'єктів (матеріали стін, перекриттів, покрівлі), обґрунтування застосованих типів фундаментів та інших конструкцій, теплоефективність огорожувальних конструкцій та теплофізичні характеристики.

4. Рішення щодо захисних споруд цивільної оборони оформляються за встановленим порядком.

5. Рішення вбудовано-прибудованих приміщень та об'єктів громадського призначення.

III Рішення з інженерного обладнання

1. Принципові рішення із внутрішнього та зовнішнього інженерного обладнання – опалення, вентиляції, кондиціонування повітря, газопостачання, водопостачання і каналізації, електрообладнання, електроосвітлення, захисту від блискавок, зв'язку, пожежної та охоронної сигналізації, сигналізації, радіофікації, телебачення, автоматизації санітарно-технічних пристроїв, диспетчеризації, обладнання замково-переговорними пристроями (для житлових будинків), вимоги щодо енергозбереження.

2. Заходи щодо захисту від блукаючих струмів та антикорозійного захисту.

3. Інженерні рішення щодо протипожежних заходів.

IV Організація будівництва

Склад, обсяг та зміст проектної документації розділу встановлюються відповідно до вимог та рекомендацій ДБН А. 3.1 – 5.

V Кошторисна документація

Зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва з об'єктними та локальними кошторисними розрахунками виконується відповідно до вимог державних будівельних норм ДБН Д. 1.1 – 1, які встановлюють основні правила визначення вартості нового будівництва, реконструкції будівель і споруд і носять обов'язковий характер при визначенні вартості об'єктів, будівництво яких здійснюється із залученням бюджетних коштів або коштів підприємств, установ і організацій державної власності. Щодо об'єктів, будівництво яких здійснюється за

рахунок інших джерел фінансування, ці правила носять рекомендаційний характер, і їх застосування обумовлюється контрактом.

Склад і зміст розділів робочого проекту можуть уточнюватися і доповнюватися замовником у завданні на проектування залежно від особливостей проєктованого об'єкта.

5.4 Проєктування, як етап життєвого циклу об'єкта

Життєвий цикл – період існування об'єкта, включає етапи: проєктування; будівництво (виготовлення); експлуатація; утилізація.

Етап проєктування є ключовим. Інформація, що визначає об'єкт (проєкт), складена на цьому етапі, визначає такі етапи будівництва (виготовлення) і експлуатації.

Життєвий цикл об'єкта завершується з припиненням його експлуатації. Експлуатація об'єкта припиняється або в результаті втрати працездатності внаслідок фізичного зношування – виходу значень параметрів об'єкта за межі допустимих відхилень від номінальних значень, або в результаті морального старіння – втрати соціальної і техніко-економічної ефективності в результаті постійних змін у всіх областях діяльності, які приводять, в решті-решт до появи більш досконалих об'єктів-конкурентів. У всякому разі, об'єкт, експлуатацію якого припинено, підлягає утилізації.

Об'єкти, що утворюються і експлуатуються на основі одного і того ж проєкту («близнюки»), існують у межах одного і того ж життєвого циклу. При ремонті або заміні фізично зношеного об'єкта на фізично не зношений такий же об'єкт інформація, що визначає об'єкти (проєкт), не змінюється.

У випадку морального старіння, життєвий цикл може бути відтворений тільки на більше високому якісному рівні – на підставі нового проєкту, що визначає об'єкт нового покоління, ефективність якого вище ефективності застарілого і не поступається або перевершує ефективність об'єкта-конкурента.

Новий проєкт зберігає значну частину інформації, що визначала морально застарілий об'єкт, ураховує досвід його будівництва (виготовлення) і експлуатації,

і містить у собі нову інформацію, насамперед, з областей наукової, винахідницької, виробничої і споживчої діяльності.

Окремими випадками відтворення життєвого циклу об'єкта є *реконструкція* – повна перебудова, *модернізація* – зміна частин об'єкта, *скорочення або розширення* виробництва і *конверсія* виробництва – організація випуску іншої продукції з використанням об'єкта.

При кожному відтворенні життєвого циклу об'єкт удосконалюється.

Якщо підходити більш детально до життєвого циклу технічного об'єкту (ТО) на відрізьку від проектування до експлуатації, то можна визначити такі стадії (рис. 5.2).



Рис. 5.2. Життєвий цикл технічного об'єкту

НДР – науково-дослідна робота – виконується в науково-дослідних і проектно-конструкторських інститутах. Як правило, ця стадія не вимагає великих часових витрат (1–5 років). Інститути видають величезну кількість заяв та отримують патенти, з яких мають попит лише 4 %. З маси, що залишилася, не складно підібрати потрібний патент. Для прискорення цієї стадії доцільно використовувати АСНД – автоматизовані системи наукових досліджень.

ДКР – дослідно-конструкторська розробка – передбачає перенесення текстових і графічних даних науково-дослідної роботи на реальні пілотні установки. Тривалість цієї стадії – від 1 до 2 років.

НДДКР – науково-дослідницька, дослідно-конструкторська розробка – ця стадія поєднує в собі попередні дві й використовується при реконструкціях

існуючих підприємств. Реконструкція не вимагає глибокої наукової проробки, бо процес відомий і перевірений практикою, тому стадія НДР мінімізується.

Проект виробництва – це комплекс технічної документації, необхідної для спорудження об'єкта. У проект, як вказувалось вище, входять пояснювальні записки, інженерно-технічні розрахунки, креслення, технологічні регламенти, відомості про поставку сировини й видалення відходів виробництва, інформація про організацію праці, кошторису на всі виробничі й культурно-побутові споруди проєктованого об'єкта. На розробку проєкту витрачається від 1 до 5 років.

Будівництво, реконструкція – займає від 1 до 5 років. Реконструкція діючих підприємств доцільніша, ніж будівництво нових, і відсоток її значно вищий. Значне прискорення цієї стадії досягається при використанні уніфікованих і типових конструкцій, будівельних елементів.

Експлуатація – проєктом закладено термін служби хімічного підприємства близько 15 років. Застосування АСКТП – автоматичної системи керування технологічним процесом – на даній стадії дозволяє збільшити продуктивність і підвищити якість продукції.

Таким чином, можна підрахувати життєвий цикл хіміко-технологічної системи, який становить у середньому 25 років.

5.5 Особливості та зміст навчального проєктування

Форми і зміст навчального проєктування (курсів роботи та курсові проєкти, дипломні проєкти) відрізняються від реального проєктування кількістю і обсягом стадій та етапів і також залежать від галузі знань, напряму, спеціальності і об'єкта проєктування.

Нижче пропонується перелік неформальних етапів і зміст навчального проєктування системи технологічного процесу.

Завдання проєктування. Найбільш поширені завдання проєктування екологічно безпечних підприємств мають приблизно такі формулювання: замість застарілого очисного устаткування або установки знешкодження відходів (викидів, скидів) розробити для конкретного підприємства технологію (нову

технологічну схему або апарат нової конструкції) комплексної утилізації відходів (викидів, скидів), з кращими технічними і економічними показниками, яка може бути впроваджена на практиці під час реконструкції або модернізації виробництва. Ці завдання проектування зовсім не прості, оскільки можуть бути вирішені різними, в загальному випадку не рівноцінними способами, а вибір одного рішення, яке і буде потім реалізуватись, повинен бути зроблений на основі ряду критеріїв при урахуванні системи конкретних обмежень. Назвемо основні етапи інженерного проектування.

Формулювання завдання – перший етап проектування. Це точне визначення ситуації, що має місце сьогодні, чим вона не влаштовує, що і в якому сенсі повинно стати краще після реалізації проекту. На цьому етапі не потрібні деталі, потрібні лише найголовніші риси об'єкта до і після проектування. Якщо цей етап виконаний погано, є дуже велика небезпека, що вся подальша праця буде витрачена даремно.

Аналіз завдання – другий етап проектування – виявлення всіх істотних якісних і кількісних ознак створюваного об'єкта в початковому (до проектування) і кінцевому (після проектування) станах, визначення обмежень і критеріїв, за якими оцінюватиметься якість спроектованого об'єкта.

Пошук можливих рішень – це третій етап проектування. Тут в першу чергу необхідні знання, але окрім знань потрібне нестандартне мислення, уміння уникати як консерватизму, так і поспішності. Дуже корисні аналоги, зрозуміло, при критичному до них відношенні, які можна знайти шляхом відвідування виставок, читання літератури, пошуку в Інтернеті, патентних досліджень, консультацій і тому подібного. Ступінь новизни рішень, що обираються, їх світовий рівень треба оцінювати за результатами патентного пошуку. Навіть у простому випадку доречно запропонувати декілька рішень, які в принципі відповідають завданню. Коли пропонується багато рішень, зрозуміло, у тому числі і непридатних на перший погляд, менше шансів пропустити найкраще.

Вибір рішення з множини можливих на основі критеріїв і з урахуванням обмежень. Це четвертий, дуже відповідальний етап. Тут знову не потрібні

надмірні деталі, окрім тих, що дозволяють цілеспрямовано, по критеріях, порівнювати рішення. Тут дуже важливі правильні оцінки. У теорії проектування вводиться поняття не гірших рішень, тобто рішень, що потрапляють в деяку допустиму область по сукупності ознак, і формулюються алгоритми їх пошуку.

Детальна розробка вибраного технічного рішення. Це п'ятий етап – етап остаточного вибору устаткування, розрахунку характеристик, складання алгоритмів управління, конструктивної компоновки вузлів, оцінки основних показників і тому подібне.

П'ятий етап виконується завжди – і в реальних, і в навчальних проектах. Проте якщо йому не передують перші чотири або якщо їх виконано неякісно, не творчо, підсумки можуть бути сумними. Підкреслимо, що, як і всякий творчий процес, конкретне проектування, навіть при дуже жорстких обмеженнях в часі, не розвивається за рівномірною висхідною лінією – неминучі повернення, повтори і тому подібне. У теорії такі дії отримали назву ітерацій. У добрих проектах перші чотири етапи займають не менше 50 % всього часу – при цьому створюється або, точніше, може створюватися дійсно нове і дійсно хороше, краще, ніж було, рішення.

Контрольні питання

1. Яку структуру має проектна організація?
2. Які функції виконує головний інженер проекту?
3. Який зміст етапів проектування промислових об'єктів?
4. Опишіть життєвий цикл технічного об'єкта.
5. В чому полягає процес створення проектної документації?
6. Стадійність проектування інженерних об'єктів.
7. Види проектної документації, що розробляють в одну стадію.
8. Види проектної документації, що розробляють у дві стадії.
9. Види проектної документації, що розробляють у три стадії.
10. В чому полягає необхідність наукового обґрунтування проекту?
11. В чому полягає патентний пошук і яким чином його проводять?

12. Що таке ЄСКД та її призначення?
13. Який зміст інженерних вишукувань?
14. Як визначається вартість будівництва запроєктованого об'єкта?
15. Вихідна інформація, яку використовують при складанні кошторисної документації.

ТЕМА 6

ЗАСАДИ СТВОРЕННЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ВИРОБНИЦТВ НА СТАДІІ ПРОЄКТУВАННЯ

План

- 6.1 Принципи проєктування екологічно безпечних виробництв.
- 6.2 Інженерно-екологічна експертиза проєктів підприємств.
- 6.3 Особливості розробки матеріалів оцінки впливів проєкту на навколишнє середовище (ОВНС).
- 6.4 Порядок попереднього обґрунтування і узгодження проєкту.
- 6.5 Проєктне оцінювання та контроль безпеки промислових підприємств.

За останні роки в Україні прийнято значну кількість нормативно-правових актів, які регулюють процеси охорони навколишнього природного середовища і використання природних ресурсів. Подальше удосконалення екологічного законодавства надасть змогу підняти на вищий ступінь забезпечення екологічної безпеки і дозволить збалансувати правову систему України з точки зору екологізації всіх галузей народного господарства.

Концепція стійкого розвитку передбачає функціонування екологічно безпечної економіки, структурно-технологічний рівень якої забезпечує раціональне використання ресурсів і мінімізацію техногенного навантаження на довкілля процесів виробництва і вжитку товарів і послуг з розрахунку на одиницю сукупного суспільного продукту.

Провідною стратегією, на яку спирається теорія сталого розвитку та яка здатна формувати систему принципів та механізмів екологізації виробництва і комплексно вирішувати екологічні та економічні проблеми, є стратегія екологічно чистого виробництва, яка широко застосовується у західних країнах й більш відома як «стратегія чистого виробництва».

Сьогодні екологічне проектування має включати в себе низку заходів щодо поліпшення загальної екологічної ситуації на планеті, забезпечення здоров'я кожної людини зокрема, а також воно має передбачати дбайливе та економне використання енергоресурсів.

6.1 Принципи проектування екологічно безпечних виробництв

Основний технологічний принцип чистого виробництва – скорочення відходів у технологічному процесі і повторне використання відходів у місцях їх виникнення (у тому ж технологічному процесі або в іншому, але в рамках підприємства). В ідеалі в чистому виробництві мають бути відсутніми очисні споруди і місця складування відходів. І, нарешті, є ще одна сторона чистого виробництва – його функціонування передбачає випуск екологічно чистої продукції, тобто такої продукції, яка по можливості виробляється із вторинної сировини і вторинних матеріалів, не містить сторонніх шкідливих домішок, відрізняється низьким рівнем енергоспоживання при її виробництві і експлуатації, не забруднює довкілля. Природно, що в тому і в іншому випадках термін «екологічно чиста» не можна розуміти буквально. Йдеться про ступінь екологічної чистоти технологій і продукції, що випускається, а не про абсолютну екологічну чистоту, досягнення якої певною мірою досить утопічне.

Становлення чистого, або «зеленого» виробництва передбачає реалізацію стратегії поступового зменшення шкідливої дії виробництва на довкілля за рахунок постійного виконання екологічно ефективних заходів (проектів) організаційно-економічного і технологічного характеру, націлених на зміну технологічних процесів, складу продукції і технологій послуг.

Принципи, на яких ґрунтується чисте виробництво, включають:

- локальність – обмеження появи і шкідливої дії забруднюючих речовин за місцем їх утворення;
- превентивність – запобігання утворенню забруднюючих речовин і їх негативної дії на стадіях, передуючих їх можливій появі;

- системність – реалізація економічно обґрунтованих способів запобігання, скорочення, нейтралізації забруднюючих речовин на всіх стадіях виробничого процесу – від сировини до готової продукції;

- еколого-економічну оцінку рішень, що приймаються, тобто комплексний підхід до вибору оптимального варіанта запобігання забрудненню, що передбачає сукупну оцінку як екологічного, так і економічного ефектів;

- фінансову досяжність – наявність необхідного фінансування для реалізації рішень, що приймаються;

- прибутковість – економічна доцільність запобігання забрудненню (утворення відходів);

- безперервність – послідовність реалізації проєктів, програм і планів у їх постійному розвитку.

Таким чином, **наукові підходи до створення екологічно безпечних виробництв** повинні задовольняти таким принципам.

1. Не шкодити здоров'ю людини, забезпечувати комфортний мікроклімат у приміщенні шляхом:

- використання будівельних та оздоблювальних матеріалів і конструкцій, що не виділяють шкідливих речовин під час їх експлуатації;

- використання природних оздоблювальних матеріалів;

- використання екологічно чистих систем опалення та охолодження будівель за допомогою випромінюючих тепло площин;

- утеплення будівель ззовні, а саме створення теплих огорожувальних конструкцій, які не «висмоктують» тепло з людини;

- використання систем контрольованого провітрювання і вентиляції.

2. Не завдавати шкоди навколишньому середовищу, а саме:

- використовувати будівельні та оздоблювальні матеріали і конструкції, які не виділяють шкідливих речовин в навколишнє середовище під час їх виробництва;

- використовувати будівельні та оздоблювальні матеріали і конструкції, які можливо утилізувати без викиду шкідливих речовин в навколишнє середовище або які можна використовувати повторно;

- використання таких опалювальних систем (котлів, бойлерів), які викидають якомога менше, а в ідеалі зовсім не викидають шкідливих речовин в атмосферу;

3. Берегти енергетичні ресурси, а саме:

- раціонально використовувати енергетичні ресурси;
- по можливості замінити користування вичерпними ресурсами на користування невичерпними;

- використовувати якомога меншу кількість ресурсів для опалення будівель (тобто утеплення будівель та планування енергетично-вигідних компактних форм);

- використовувати будівельні та оздоблювальні матеріали і конструкції, які потребують якомога менше енергії при своєму виробництві;

- застосовувати контрольоване провітрювання з системою теплообміну (рекуперацією теплоти скидного вентиляційного повітря).

Екологічно доцільне проектування передбачає створення загальної екологічної концепції проектування, будівництва та експлуатації будівлі. А це означає:

- використання меншої кількості енергії для виробництва будівельних матеріалів та конструкцій; на опалення, охолодження та провітрювання будівель;

- використання енергій, які мають здатність до самовідновлення;

- утилізацію та вторинне використання відходів виробництва без шкідливих впливів на навколишнє середовище,

- використання природних та екологічно-чистих матеріалів;

- забезпечення природного перебігу процесів у навколишньому середовищі.

Ефективність енергозбереження та екологічність будівлі визначається сукупністю багатьох факторів:

- вибором місця для будівництва та вибором екологічних матеріалів і конструкцій;

- пасивним і активним використанням енергоносіїв, що мають здатність до відновлення;

- енергетично вигідним інженерним обладнанням тощо.

При виборі місця для будівлі мають бути враховані:

- кліматичні умови;

- топографія;

- орієнтація будівлі за сторонами світу;

- освітленість або затінення місця;

- сила та напрямок вітрів,

- захищеність будівлі зеленими насадженнями.

Архітектурний проєкт самої будівлі, як невід'ємний компонент, включає заходи з економії енергії. Основні з них:

- забезпечення компактності форми будівлі (найкомпактнішою формою будівлі є поверхня півкулі по відношенню до півкубу того ж самого об'єму становить 81 %, потім за цим показником іде циліндр – 92 %, піраміда – 98 %, півкуб – 100 % і нарешті куб – 105 %);

- орієнтація будівлі;

- розташування вікон (більшість вікон та прозорих частин стін або даху мають бути повернені до сонця, при цьому не можна забувати про літній захист від сонця);

- зонування будівлі (поділ на більш теплі – житлові, і більш холодні – допоміжні або буферні зони);

- будова масивних стін, що накопичують і віддають тепло у середину будівлі тощо.

Вибираючи будівельні матеріали, треба звертати велику увагу на витрати енергії, потрібні для виробництва цих самих матеріалів (наприклад, якщо енергія на виробництво теплоізоляційних матеріалів, їх транспортування та обробку на будівельному майданчику перевищує енергію, яку ми зекономимо,

використовуючи ці матеріали в будівлі, то така будівля не буде екологічною, навіть якщо вона взагалі не потребує ніякого опалення!).

Отже, враховуючи енергетичну корисність матеріалів, слід зважати не тільки на їх коефіцієнт теплопроникності, а й на витрати енергії, необхідні для перетворення природної сировини у конкретний елемент будівлі, відповідно до часу його використання в будівлі і економії енергії за рахунок його використання в цей час, а також енергію на утилізацію цього будівельного елемента.

Крім цього необхідно вибирати такі матеріали, які при виробництві, будівництві, використанні та утилізації не викидають в навколишнє середовище шкідливих для людини токсичних газів, розчинників, радіації (радонового випромінювання) тощо.

Вибираючи енергетично вигідні конструкції і матеріали, необхідно звертати особливу увагу:

- на теплоізоляцію зовнішньої оболонки будівлі;
- герметичність вікон та дверей (відсутність «містків тепла»);
- використання енергії сонця;
- збереження тепла сонця в масивних конструктивних частинах будівлі;

використання будівельних матеріалів, виробництво, експлуатація і утилізація яких не зашкоджує навколишньому середовищу.

При плануванні інженерного обладнання будівлі слід враховувати:

- можливість використання енергії, що відновлюються;
- вибір екологічних систем опалення і палива;
- рівномірний розподіл і регулювання радіаторів чи випромінюючих тепло площин;
- підігрів води;
- слід також перевірити вибрану систему опалення на її відповідність архітектурному плануванню будівлі та її використанню.

Поряд з активним використанням енергії сонця можливе також і пасивне її використання засобами відповідного архітектурно-планувального вирішення будівлі. Так, за допомогою так званих «буферних зон» стає можливим підігрів

свіжого повітря (наприклад в зимовому садочку) та забезпечення свіжим підігрітим повітрям всіх інших функціональних зон.

Крім теплоізоляції будівель велике значення для економії енергії на опалення має здатність частин будівлі до акумулювання тепла, тобто здатність різних матеріалів сприймати, зберігати і віддавати теплоту. Матеріали, що мають здатність сприймати тепло і віддавати його з часовим відставанням, врівноважують температуру внутрішнього середовища.

Теплоізоляцію можна наносити на несучі та огорожувальні конструкції будівлі як із середини, так і ззовні. Але однозначно енергетично та екологічно вигіднішим є розташування теплоізоляції з зовнішньої сторони огорожувальних конструкцій. Це дозволяє уникнути «містків тепла» та перемістити «точку роси» із несучих конструкцій у шар теплоізоляції, що значно збільшує час експлуатації будівлі. Рівень якості зимової теплоізоляції будівлі залежить від таких трьох факторів: форма будівлі – тобто доля теплоізолюваних зовнішніх поверхонь відносно всього об'єму будівлі; сама теплоізоляція – тобто якість теплоізоляційного матеріалу та рівень коефіцієнта теплопередачі; і нарешті - теплопровідність фуг, стиків і швів, тобто зміна теплого повітря на холодне через недостатню герметичність дверей та вікон та через провітрювання крізь вікна (на відміну від контрольованого провітрювання).

Така теплоізоляція є дорогою, але вже через декілька років вона повністю окупає себе через економію коштів на опалення. А через зменшення емісій підвищена теплоізоляція вносить найбільший внесок в охорону нашого навколишнього середовища - вона сприяє очищенню повітря, яким ми дихаємо, та зменшенню парникового ефекту.

Як показує світовий досвід, до перелічених вище принципів, що роблять виключно привабливим створення екологічно чистих виробництв у рамках конкретних підприємств, належать **принцип прибутковості (вигідності)**. Коротко він формулюється так: «запобігання забрудненню - вигідно». Впровадження екологічно безпечних технологій та виробництв, спрямованих на запобігання забрудненню, повинно бути економічно вигідним, ніж витрачання коштів на

очищення, ліквідацію екодеструкції або виплату компенсацій. Тому перетворення промислових виробництв у екологічно чисті, розробки нових технологій мають бути націлені на те, щоб добитися роботи підприємств з мінімальною витратою ресурсів і мінімальною шкідливою дією на довкілля. Чим швидше цей принцип буде реалізований на підприємствах, тим успішніше технології і процеси у промисловості, в сільському господарстві і у сфері послуг будуть наближатися до екологічно чистих.

Переваги та вигоди, які отримують підприємства у процесі впровадження екологічно чистого виробництва у різних сферах суспільного життя можна сформулювати таким чином.

В економічній сфері:

- скорочення витрат на сировину, енергію, паливо, воду;
- скорочення витрат на очищення стічних вод, пило- і газоподібних викидів, утилізацію відходів;

- скорочення транспортних витрат;
- зменшення екологічних платежів і штрафів;
- підвищення цін на продукцію у зв'язку з поліпшенням її якості;
- зростання прибутку, загальної ефективності виробництва;
- підвищення конкурентоспроможності продукції та підприємства.

У сфері охорони довкілля:

- скорочення викидів (скидів) забруднюючих речовин, кількості відходів;
- скорочення ресурсоемності виробництва;
- скорочення обсягів відходів, які утворюються;
- підвищення екологічної безпеки виробництва.

У сфері охорони праці:

- зменшення ризику для здоров'я персоналу;
- поліпшення умов праці та безпеки на робочому місці;
- підвищення рівня привабливості праці для молоді.

У відносинах з населенням:

- підвищення екоіміджу підприємства, створення сприятливої громадської думки;

- скорочення скарг населення в державні органи контролю.

Таким чином, чисте виробництво втілює в себе стратегію запобігання забрудненню довкілля, виконання якої здійснюється за допомогою заходів, які не ведуть до погіршення стану довкілля і є економічно вигідними та доцільними.

Стратегію впровадження екологічно чистого виробництва можна визначити як таку, що має інноваційну складову, змістовна частина якої адекватно відповідає сучасним вимогам спрямованості економіки на сталий розвиток. Інноваційна складова у процесі впровадження екологічно чистого виробництва здатна виявлятися у кожному його елементі. Структурну схему головних елементів екологічно чистого виробництва наведено на рис. 6.1.

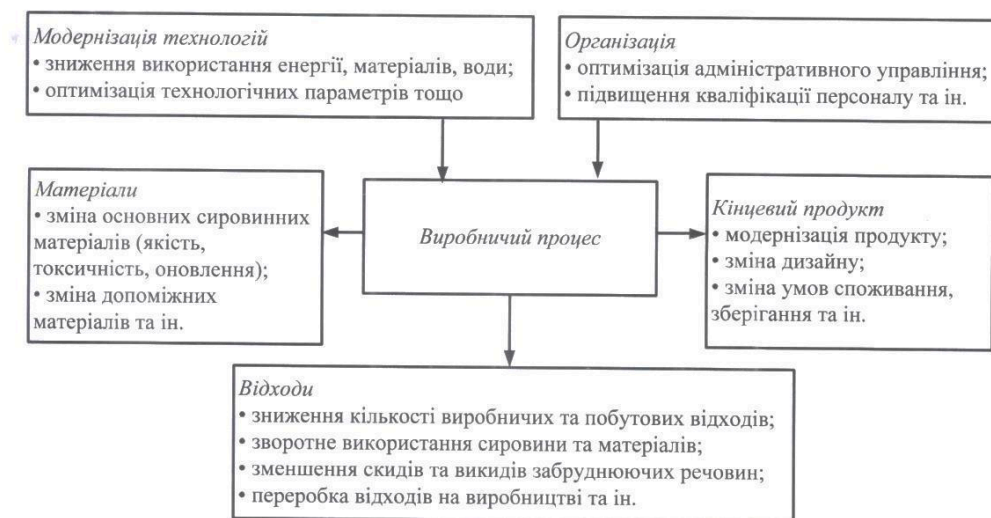


Рис. 6.1. Структурна схема елементів виробничого процесу під час впровадження екологічно чистого виробництва

Важливим моментом є створення у процесі впровадження програми екологічно чистого виробництва, системи підвищення кваліфікації, навчання фахівців різного профілю основ ринкових відносин, складання бізнес-планів, методів економії всіх видів ресурсів, принципів скорочення шкідливих викидів у

навколишнє середовище, вирішення завдань системної оптимізації різних стадій виробничих процесів і, як результат, виробництво екологічно чистої продукції.

При цьому, що дуже важливо, формується менталітет «господарського» ставлення як до виробництва, на якому працюють співробітники, так і до їхнього власного здоров'я і до навколишнього природного середовища.

Концепція екологічно чистого виробництва передбачає системний підхід до охорони довкілля на всіх етапах виробництва та реалізації продукції з метою упередження та мінімізації як найближчих, так і віддалених ризиків для здоров'я людини і стану довкілля.

Успішна реалізація впровадження екологічно чистого виробництва на вітчизняних підприємствах сприятиме:

- впровадженню системного удосконалення технологічної, економічної та екологічної діяльності з метою скорочення обсягів утворення виробничих відходів;
- удосконаленню організаційних заходів та створенню систем екологічного менеджменту;
- створенню постійного економіко-екологічного моніторингу проєктів екологічно чистого виробництва;
- мобілізації фінансових та матеріальних ресурсів для впровадження екологічно чистого виробництва;
- створенню та розвитку сучасних систем управління навколишнім середовищем з наступною сертифікацією за вітчизняними та міжнародними стандартами.

Усе це сприятиме створенню передумов реалізації стратегії індустріального розвитку національної економіки на інноваційних принципах, її модернізації та оновлення для зміцнення конкурентоспроможності та забезпечення сталого розвитку України.

До природоохоронних об'єктів відносять споруди, устаткування та комплекси заходів, за допомогою яких дотримуються встановлених належним

чином нормативних параметрів допустимого впливу на навколишнє природне середовище та збереження або поліпшення стану окремих складових довкілля.

До природоохоронних об'єктів належать:

- санітарно-захисні зони навколо промислових або інших об'єктів, що являють собою загрозу забруднення атмосферного повітря;
- димові та вентиляційні труби, які забезпечують розсіювання в атмосфері шкідливих викидів;
- очисні споруди стічних та інших зворотних вод, в тому числі біоплато;
- поля асенізації, поля зрошення та поля фільтрації;
- дренажні системи, що понижують рівень ґрунтових вод;
- протифільтраційні екрани, що захищають підземні води від забруднення і попереджують заболочування прилеглої території;
- водоохоронні зони та прибережні захисні смуги, що забезпечують охорону водотоків та водоймищ від забруднення та засмічення поверхневим стоком з площі водозбору;
- рибозахисні заходи;
- заходи з укріплення берегів;
- комплекси заходів для інтенсифікації внутрішньоводоємних процесів самоочищення природних вод;
- заходи, що попереджують водну ерозію ґрунтів;
- полезахисні смуги, що попереджують вітрову ерозію ґрунтів;
- сміттєзвалища і полігони побутових та виробничих відходів;
- сміттєсортувальні, сміттєпереробні та сміттєспалювальні заводи.

При проектуванні природоохоронних об'єктів та заходів слід дотримуватись таких умов:

1. Природоохоронні заходи та об'єкти, що проектуються, мають повністю забезпечити досягнення встановлених нормативів охорони природного середовища та раціонального використання природних ресурсів.

2. Намагаючись захистити від забруднення та виснаження один якийсь компонент довкілля, не слід допустити забруднення або порушення іншого.

3. Природоохоронні заходи, що плануються, повинні комплексно вирішувати проблеми збереження і відтворення природного середовища.

4. Враховуючи надзвичайно складні умови, в яких експлуатуються природозахисні споруди, слід використовувати для їх виготовлення довговічні матеріали, конструкції їх мають бути придатними для заміни або часткового ремонту окремих деталей, що зношуються.

5. Слід дотримуватись розумної виваженої економії при створенні та експлуатації природоохоронних споруд.

6. При проектуванні природоохоронних заходів необхідно використовувати новітні досягнення науки і техніки в галузі технологій та матеріалів.

Природоохоронні об'єкти можна умовно поділити на ті, що розташовані на території підприємства, й ті, що розташовані окремо.

Природоохоронні об'єкти, що знаходяться на підприємстві, стають частиною його технологічного процесу. Проектування будівництва чи реконструкції таких об'єктів, як правило, полягає у прив'язці придбаного чи індивідуально виготовленого обладнання, і питання їх розміщення, енергозабезпечення і експлуатації вирішує керівник підприємства.

При проектуванні окремо розташованих об'єктів виконують проектно-вишукувальні роботи, обирають будівельний майданчик, проводять оцінку впливу на навколишнє природне, соціальне та техногенне середовище об'єкта, що проектується.

Розглянемо особливості проектування окремо розташованих природоохоронних об'єктів.

Санітарно-захисна зона (СЗЗ) часто не вміщується у простір, що склався через забудову міського середовища. У межі СЗЗ потрапляє житло та інші об'єкти, яких там не має бути. У такому разі постає питання виносу таких об'єктів за межі СЗЗ або скорочення нормативних розмірів СЗЗ. Ця можливість передбачена «Державними санітарними правилами планування та забудови населених пунктів» за рахунок впровадження більш ефективного очисного обладнання для захисту

атмосферного повітря. Рішенням Міністерства охорони здоров'я України розмір СЗЗ може бути скорочений до розрахункового.

У зв'язку з подорожчанням землі у містах СЗЗ можуть бути скорочені чи ліквідовані зовсім. У такому разі норматив 1 ГДК завдяки впровадженню ефективного повітрозахисного обладнання повинен дотримуватися на межі (на паркані) підприємства, як це практикують у більшості європейських країн.

Димові та вентиляційні труби мусять витримувати вітрове навантаження і не створювати небезпеку повітряному флоту.

Обладнання для очищення димових газів і стічних вод працює в агресивному середовищі, часто при високих температурах. Тому для забезпечення довготривалої експлуатації таке обладнання слід виготовляти з корозійностійких матеріалів високої міцності.

Просторові споруди, призначені для накопичення рідких та твердих відходів, проектуються з протифільтраційним екраном згідно зі СНиП 2.06.15-85. «Инженерная защита территорий от затопления и подтопления» та з обов'язковою санітарно-захисною зоною бажано на землях не сільськогосподарського призначення.

Дренажні системи потребують вирішення питання відводу дренажних вод, що мають значну мінералізацію. Для відведення таких вод облаштовують каскад невеличких водойм, куди з прилеглої території надходить поверхневий стік, сприяючи зниженню мінералізації дренажних вод. Демінералізовані води використовують для зрошення або скидають у річки. В таких водоймах можливий розвиток рибництва.

Водоохоронні зони проектують з урахуванням природно-господарської ситуації, що склалася, з метою максимального захисту поверхневих водних об'єктів від забруднення та засмічення. Важливим питанням є встановлення верхньої межі прибережної водоохоронної зони. Ця межа має проходити по умовній лінії, з якої починається розвиток процесів водної ерозії ґрунтів під впливом дощового стоку.

Рибозахисні заходи у вигляді ґрат або звукових, світлових чи струмопровідних пристроїв мають не тільки захищати рибу від загибелі, але й не завдавати їй шкоди, особливо молоді.

Інтенсифікацію внутрішньоводоемних процесів перш за все досягають аерацією водної маси, особливо при льодоставі. Під час нагнітання повітря слід уникати замуління води.

Поліпшення якості води, попередження ерозійних процесів ґрунтів, їх очищення від забруднення, в тому числі від засолення, досягають завдяки фітотехнологіям, які засновані на використанні різноманітних форм рослинності.

Сміттєпереробні заводи та полігони потребують таких самих природоохоронних заходів, як і виробничі підприємства.

6.2 Особливості процедури оцінки впливу планової діяльності на довкілля

Оцінка впливу на довкілля (ОВД) згідно європейського підходу, перенесеного до Закону України «Про оцінку впливу на довкілля», є процедурою, за допомогою якої вплив на довкілля планованої діяльності, враховується компетентним органом під час прийняття рішення про погодження такої діяльності.

ОВД – це процедура, яку проводять компетентні органи, яка має чітко визначені етапи, права і обов'язки її суб'єктів. Сумлінне проведення цієї процедури у процесі прийняття рішень про провадження господарської діяльності, що може мати значний вплив на довкілля, має своїм наслідком досягнення очікуваної мети – запобігання шкоді довкіллю, забезпечення екологічної безпеки, охорони довкілля, раціонального використання і відтворення природних ресурсів.

ОВД проходять не усі проекти, а лише ті, які можуть мати значний вплив на довкілля. Закон містить вичерпний перелік видів планованої діяльності та об'єктів, які підлягають оцінці впливу на довкілля (*частини 2 і 3 статті 3 Закону*). Закон прямо забороняє розпочинати провадження такої планованої

діяльності, без оцінки впливу на довкілля та отримання рішення про провадження планованої діяльності (*частина 4 статті 3 Закону*).

ОВД проводиться обов'язково перед прийняттям рішення про провадження планованої діяльності (*частина 1 статті 3 Закону*). Проведення її після такого рішення позбавлене будь-якого змісту, адже у такому разі результати ОВД не можуть бути враховані органом, що дозволив реалізацію проекту. ОВД проводиться щодо планованої діяльності, тобто діяльності, яка лише планується. За загальним правилом, ОВД не проводиться щодо діяльності, яка вже реалізується. Виключенням із цього правила є розширення та зміни, включаючи перегляд або оновлення умов провадження планованої діяльності, встановлених (затверджених) рішенням про провадження планованої діяльності або подовження строків її провадження, реконструкцію, технічне переоснащення, капітальний ремонт, перепрофілювання діяльності та об'єктів, щодо яких проведення ОВД є обов'язковим (*частини 2 і 3 статті 3 Закону*).

На відміну від висновку державної екологічної експертизи, який міг лише погодитися чи не погодитися із проектним рішенням замовника, процедура оцінки впливу на довкілля дозволяє компетентному природоохоронному органу сформулювати обов'язкові для суб'єкта господарювання екологічні умови реалізації планованої діяльності, які фактично стають частиною рішення, яке дозволяє йому реалізовувати діяльність. Згідно Закону провадження планованої діяльності без забезпечення в повному обсязі додержання екологічних умов, сформульованих у висновку з оцінки впливу на довкілля, забороняється (*частина 6 статті 3 Закону*).

Основні суб'єкти оцінки впливу на довкілля

Основними суб'єктами будь-якої процедури оцінки впливу на довкілля є:

- особа, яка планує провадити плановану діяльність (термінологією закону – суб'єкт господарювання);
- органи, вповноважені проводити процедуру ОВД щодо планованої діяльності, тобто Мінприроди та відповідні структурні підрозділи обласних державних адміністрацій;

- органи, уповноважений прийняти рішення, яке дозволяє реалізацію планованої діяльності;
- громадськість (одна чи більше фізичних або юридичних осіб, їх об'єднання, організації або групи).

Переліки видів діяльності, які можуть мати значний вплив на довкілля, та розмежування компетенції між уповноваженим центральним та територіальними органами

Закон про ОВД вміщує два переліки видів діяльності, які можуть мати значний вплив на довкілля, щодо яких вимагає проведення процедури ОВД до прийняття рішення про провадження планованої діяльності (*частини 1, 2 та 3 статті 3 Закону*).

Проекти із першого переліку або проекти першої категорії (*частина 2 статті 3 Закону*) потенційно є більш небезпечними, і тому потребують підвищеної уваги. Проведення ОВД та надання висновку із ОВД щодо них належить до компетенції Міністерства екології та природних ресурсів України. Усі проекти із першого переліку також обов'язково аналізуються на предмет наявності підстав для здійснення оцінки транскордонного впливу на довкілля згідно з міжнародними зобов'язаннями України.

Проекти із другого переліку або проекти другої категорії (*частина 3 статті 3 Закону*), як правило, проходять оцінку впливу на довкілля у департаментах екології відповідних обласних державних адміністрацій за місцем провадження планованої діяльності.

Етапи оцінки впливу на довкілля

Відповідно до закону ОВД – це адміністративна процедура, яка має чітко визначені етапи (*частина 1 статті 2 Закону*), а саме:

- 1) підготовку суб'єктом господарювання звіту з оцінки впливу на довкілля;
- 2) проведення громадського обговорення;
- 3) аналіз уповноваженим органом інформації, наданої у звіті з оцінки впливу на довкілля, будь-якої додаткової інформації, яку надає суб'єкт господарювання, а

також інформації, отриманої від громадськості під час громадського обговорення, під час здійснення процедури оцінки транскордонного впливу, іншої інформації;

4) надання уповноваженим органом мотивованого висновку з оцінки впливу на довкілля, що враховує результати аналізу, передбаченого пунктом 3 цієї частини;

5) врахування висновку з оцінки впливу на довкілля у рішенні про провадження планованої діяльності.

Підготовка звіту з ОВД

Суб'єкт господарювання забезпечує підготовку звіту з оцінки впливу на довкілля і несе відповідальність за достовірність наведеної у звіті інформації згідно з законодавством (частина 1 статті 6 Закону).

Звіт з ОВД – документ в якому визначається характер, інтенсивність, ступінь небезпеки будь- якого впливу діяльності на стан довкілля і здоров'я населення.

Закон передбачає обов'язковий зміст звіту із ОВД, від якого суб'єкт господарювання не має права відхилитися (частини 2 статті 6 Закону). Основними компонентами звіту з ОВД є опис планованої діяльності та її виправданих альтернатив, опис поточного стану довкілля; оцінку можливого впливу на довкілля планованої діяльності; опис передбачених заходів, спрямованих на запобігання, відвернення, уникнення, зменшення, усунення значного негативного впливу на довкілля, у тому числі (за можливості) компенсаційних заходів.

Звіт з ОВД включає:

- технічні характеристики планової діяльності;
- висновки дослідження місця провадження з урахуванням містобудівної документації ;
- опис виправданих альтернатив;
- дослідження та опис поточного стану довкілля;
- дослідження та деталізація впливів на довкілля ;
- опис впливу на ландшафт;
- опис соціально – економічних ризиків;
- визначення заходів моніторингу та обліку впливів;

- пропозиції заходів, спрямованих запобіганню негативного впливу;
- опис очікуваного негативного впливу;
- стислий зміст програми моніторингу;
- зауваження та пропозиції громадськості, що надійшли.

Громадське обговорення

У процесі оцінки впливу на довкілля з метою виявлення, збирання та врахування зауважень і пропозицій громадськості до планованої діяльності проводиться громадське обговорення. На відміну від старої системи, коли залучення громадськості відбувалося силами замовника, і він же розглядав отримані коментарі, нова процедура ОВД перекладає на уповноважений орган обов'язки із забезпечення громадського обговорення (*частина 3 статті 7*) та врахування зауважень і пропозицій громадськості (*частина 7 статті 7*).

Мета громадських слухань – поінформувати громадськість про плановану діяльність і її наслідки, надати відповіді на запитання громадськості, а також зібрати від громадськості будь-які зауваження та пропозиції щодо планованої діяльності. Проведення голосування чи прийняття будь-яких рішень не передбачається процедурою проведення громадських слухань із ОВД.

Громадське обговорення в процедурі ОВД відбувається на двох етапах – на етапі визначення обсягу досліджень та рівня деталізації інформації, що включатиметься до звіту із ОВД (*частина 4 статті 7*), та власне на етапі аналізу звіту із ОВД (*частина 6 статті 7*).

Громадське обговорення звіту з ОВД здійснює уповноважений територіальний/центральный орган у формі громадських слухань та у формі отримання письмових зауважень і пропозицій. Таке обговорення триває від 25 до 35 робочих днів, час визначається залежно від категорії планованої діяльності та транскордонного впливу такої діяльності. Повідомлення про початок громадського обговорення має бути оприлюднено на офіційному веб-сайті уповноваженого територіального/центрального органу.

Висновок ОВД

Висновок з ОВД – є документом дозвільного характеру, яким виходячи з оцінки впливу на довкілля планованої діяльності, зокрема величини та масштабів такого впливу, характеру, інтенсивності і складності, ймовірності, очікуваного початку, тривалості, частоти і невідворотності впливу (включаючи прямий і будь-який опосередкований, побічний, кумулятивний, транскордонний, короткостроковий, середньостроковий та довгостроковий, постійний і тимчасовий, позитивний і негативний впливи), передбачених заходів, спрямованих на запобігання, відвернення, уникнення, зменшення, усунення впливу на довкілля, обґрунтовує недопустимість провадження планованої діяльності або визначає її допустимість та екологічні умови її провадження (*частина 1 статті 9 Закону*).

Уповноважений територіальний/центральный орган видає висновок ОВД, в якому визначає допустимість чи обґрунтовує недопустимість планованої діяльності, визначає умови її провадження. В описовій частині висновку з оцінки впливу на довкілля наводиться інформація про здійснену процедуру оцінки впливу на довкілля: врахування звіту з оцінки впливу на довкілля; враховані та відхилені зауваження та пропозиції, що надійшли під час громадського обговорення.

Висновок видається з урахуванням певних положень:

- величини масштабів впливу (площа території та чисельність населення);
- характеру впливу (опосередкований, кумулятивний, транскордонний, постійний, тимчасовий та ін.);
- передбачених заходів, спрямованих на запобігання, відвернення, уникнення, зменшення, усунення впливу на довкілля.

Забезпечення в повному обсязі дотримання екологічних умов, передбачених у висновку з оцінки впливу на довкілля, рішенні про провадження планованої діяльності та проектах будівництва, розширення, перепрофілювання, ліквідації (демонтажу) об'єктів, інших втручань у природне середовище і ландшафти, у тому числі видобування корисних копалин, використання техногенних родовищ корисних копалин, а також змін у цій діяльності або подовження строків її

провадження., прописане в ст. 3 Закону України «Про оцінку впливу на довкілля». Висновок є обов'язковим до виконання.

Надзвичайно важливо при проходженні процедури ОВД визначити всі можливі впливи та їх наслідки для довкілля, розробити заходи щодо їх зменшення та запобігання, щоб забезпечити суб'єкт господарювання від можливих несприятливих дій контролюючих органів, штрафних санкції, негативної громадської думки при реалізації наміченої планованої діяльності.

Залучення суб'єктом господарської діяльності до комплексного проведення процедури оцінки впливу на довкілля нашої проєктної організації сприятиме ухваленню екологічно-грамотних управлінських рішень, які дозволять позитивно пройти процедуру ОВД та принесуть користь підприємству та довкіллю.

На відміну від висновку державної екологічної експертизи, який базувався в основному на проєктній документації та матеріалах ОВНС, висновок із оцінки впливу на довкілля у рівній мірі враховує також пропозиції і зауваження громадськості та інших державних органів, а також базується на власних експертних знаннях уповноваженого органу. Іншими словами, якщо висновок екологічної експертизи по суті погоджувався або не погоджувався із проєктними рішеннями і природоохоронними заходами, запропонованими проєктантом, то висновок із оцінки впливу на довкілля, обґрунтовуючи допустимість планованої діяльності, може у екологічних умовах її провадження, до прикладу, затвердити окремі проєктні рішення чи технічні параметри планованої діяльності, відмінні від запропонованих проєктантом; передбачити інші чи додаткові природоохоронні заходи.

Таким чином, «негативний» висновок із оцінки впливу на довкілля забороняє реалізацію планованої діяльності у формі територіальних і технічних рішень, запропонованих суб'єктом господарювання, а «позитивний» висновок – закріплює обов'язкові «екологічні параметри» планованої діяльності, які не можуть змінюватися на наступних стадіях проектування, під час будівництва чи експлуатації об'єкта.

Завершальним етапом оцінки впливу на довкілля є врахування її результатів під час прийняття відповідним органом рішення про провадження планованої діяльності. Згідно закону про ОВД рішення про провадження планованої діяльності є документом дозвільного характеру або іншим актом органу державної влади чи місцевого самоврядування, яке є підставою для початку її провадження та встановлює (затверджує) параметри та умови провадження планованої діяльності (*частина 1 статті 11 Закону*). Найчастіше – це дозвіл на виконання будівельних робіт, що видається органами Державної архітектурно-будівельної інспекції України. Це також може бути дозвіл на користування надрами, документи у сфері лісозаготівлі.

Значення висновку із оцінки впливу на довкілля полягає у тому, що в процесі прийняття рішення про провадження планованої діяльності цим документом визначається її екологічна допустимість чи недопустимість, а також в разі допустимості встановлюються обов'язкові екологічні умови провадження такої діяльності. Висновок про недопустимість планованої діяльності є підставою для відмови суб'єкту господарювання у видачі йому рішення про провадження планованої діяльності (*частини 2 статті 9 Закону*). Висновок про допустимість планованої діяльності із оцінки впливу на довкілля формує екологічну складову рішення про провадження планованої діяльності, відсилаючи до екологічних умов у висновку, або безпосередньо включаючи їх до свого тексту (*частина 2 статті 9 та частина 2 статті 11 Закону*).

6.3 Порядок попереднього обґрунтування і узгодження проєкту

Процедури передпроектного обґрунтування й погодження є складовими інвестиційного процесу, які завершуються поданням проєктної документації на екологічну експертизу.

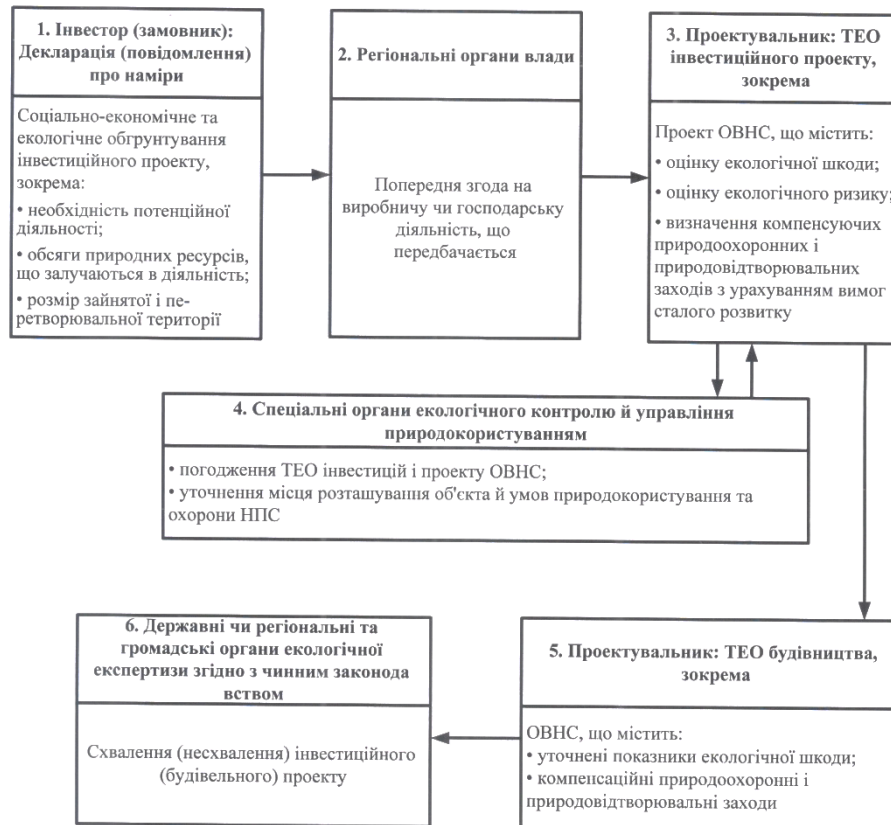


Рис. 6.3. Послідовність попереднього обґрунтування та узгодження проектної документації

На першому етапі інвестор складає інвестиційну пропозицію – декларацію про наміри із соціально-економічним і екологічним обґрунтуванням. Тобто йдеться про соціальну й екологічну значущість інвестиційного проекту: робочі місця, екологічна безпека і чистота продукції, заощадливість по відношенню до природних ресурсів, умови вилучення території під забудову без порушень еколого-господарського балансу чи на умовах його відтворення.

На другому етапі органи місцевого самоврядування і влади розглядають подану пропозицію про інвестиційні наміри і дають попередню згоду на ведення господарської чи виробничої діяльності.

На третьому етапі проектувальник, отримавши завдання на розробки техніко-економічних обґрунтувань (ТЕО) інвестицій, розробляє й подає матеріали, що обґрунтовують вибір місця розташування об'єкта в кількох варіантах.

У межах ТЕО розробляють проєкт оцінки впливу проєктованої діяльності на навколишнє середовище (ОВНС) відповідно до чинних нормативних вимог.

Це визначення впливу в натуральних показниках: обсяг природних ресурсів, що залучаються; вплив на водогосподарський баланс територій, особливо на охоронні зони; площа під забудову й перетворення території, розмір і структура викидів (скидів) забруднювальних речовин; обсяг відходів, що утворюються, зокрема токсичних, інші види фізичного впливу проєкту на навколишнє середовище і здоров'я населення (шумове, електромагнітне тощо). З метою додержання вимог сталого розвитку необхідно розглянути й оцінити варіанти безпечного поводження з відходами. Далі на основі комплексної оцінки впливу здійснюють грошову оцінку впливу на навколишнє середовище і здоров'я населення. Передусім це екологічна шкода, що може бути заподіяна об'єктом, рекомендований перелік компенсаційних природоохоронних заходів, оцінка екологічного ризику від реалізації проєкту тощо.

Складовою частиною ТЕО мають бути розрахунки екологічних витрат від забруднення, мінімальний розмір яких повинен відповідати стандарту якості навколишнього природного середовища. Такі вимоги можуть додержуватися лише за умов здійснення багатоваріантного проєктування й оцінювання порівнянної ефективності кожного можливого варіанта з урахуванням показників чистого приведенного прибутку, терміну окупності інвестиційних витрат.

Поруч із соціально-еколого-економічними параметрами ОВНС (параметрами сталості, збалансованості) розглядаються і техніко-технологічні аспекти реалізації проєкту. Це означає, що для умов сталого розвитку має бути зроблено варіантну оцінку екологічної чистоти технологій, їх інноваційний ресурс щодо поліпшення екологічних характеристик і відповідних інвестиційних витрат.

Четвертий етап – це погодження ОВНС із законодавчо визначеними органами екологічного управління й контролю. У разі потреби, залежно від екологічної значущості інвестиційного проєкту, на цьому етапі територіальні органи управління, самоврядування можуть запропонувати провести екологічний аудит, щоб уточнити сумнівні чи складні оцінки, виконані на попередньому етапі.

На п'ятому етапі проєктувальник розробляє ТЕО будівництва стосовно конкретного місця розташування об'єкта з урахуванням уточнених вимог до проєкту й деталізованої інформації. У складі ТЕО будівництва визначають ОВНС, уточнюють індикатори соціально-еколого-економічної збалансованості й ефективності реалізації проєкту, дають оцінку екологічного ризику щодо узгодженої ділянки будівництва.

На шостому етапі проводять державну (з можливою і громадською) екологічну експертизу проєктної документації відповідно до чинного законодавства (Закон України «Про екологічну експертизу») на предмет гарантованого виконання вимог природоохоронного законодавства, нормативів і стандартів, недопущення реалізації проєктів з необоротними наслідками для навколишнього середовища, здоров'я населення. Результатом екологічної експертизи є висновок експертної комісії, що містить схвалення або несхвалення проєкту. Після експертного схвалення проєкту може бути відкрите фінансування будівництва.

6.4 Проєктне оцінювання та контроль безпечності промислових підприємств

Кожне підприємство в усіх режимах його функціонування, тією чи іншою мірою впливає на здоров'я та тривалість життя персоналу, населення регіону, а також на стан навколишнього природного середовища.

Реципієнти виступають:

- люди;
- флора і фауна;
- атмосфера, гідросфера і літосфера;
- урбанізовані та сільськогосподарські території;
- об'єкти рекреації;
- території, які охороняються особливо (національні парки, заповідники, пам'ятки історії та культури тощо);
- інші матеріальні об'єкти будь-якої форми власності.

Забезпечення безпечності підприємства полягає в зниженні потенційної небезпеки до припустимого рівня.

Згідно з ДСТУ 3273-95 необхідність проведення оцінювання чи контролю рівня безпечності на різних стадіях циклу існування підприємства, а також перелік оцінюваних чи контрольованих при цьому показників визначається нормативними документами і повинен бути наведений у завданні на проектування підприємства.

Оцінювання та контроль безпечності підприємства виконують на всіх стадіях циклу існування:

- під час проектування з метою прогнозу очікуваного рівня безпечності підприємств і подальшому проведенні експертизи проектної документації на безпечність визначають проектну оцінку рівня безпечності;

- під час відведення земельної ділянки під будівництво підприємства перевіряють принципову можливість забезпечення безпечності на відведеній та прилеглих територіях;

- під час будівництва чи модернізації здійснюють авторський нагляд чи технічний контроль за будівництвом;

- під час введення підприємства в експлуатацію та під час дослідної та промислової експлуатації з метою визначення фактично досягнутого рівня безпечності підприємства та перевірки його відповідності вимогам безпечності, встановленим у технічному завданні, виконують апостеріорне оцінювання і імовірнісний прогноз безпечності на підставі аналізу роботи підприємства;

- під час функціонування підприємства з метою визначення оперативного рівня безпечності підприємства проводять випереджувальний контроль;

- у разі зняття з експлуатації проводять технічний контроль за визначеною процедурою ліквідації підприємства.

Проектне оцінювання безпечності підприємства залежно від його особливостей і стадії проектування проводять з урахуванням властивостей:

- тільки технологічного, допоміжного та іншого обладнання, а також систем їхнього захисту;

- технологічного, допоміжного та іншого обладнання, а також систем їхнього захисту з урахуванням композиційних факторів;

- технологічного, допоміжного та іншого обладнання, а також систем їхнього захисту з урахуванням композиційних факторів.

Проектна оцінка безпечності, яка одержана на початку проєктування і враховує тільки властивості технологічного обладнання, є орієнтовною і використовується тільки для визначення принципової можливості спорудження підприємства.

Проектна оцінка безпечності, одержана з урахуванням технічних і композиційних факторів, дозволяє оцінити можливість забезпечення потрібного рівня безпечності підприємства, яке споруджується в цій місцевості за запропонованим проєктом.

Проектна оцінка безпечності, одержана з урахуванням технічних, композиційних та ергатичних факторів, використовується для уточнення складу, структури та розміщення систем (пристроїв, елементів) безпеки, складу та структури завдань працівників у забезпеченні безпеки.

Проектне оцінювання рівня безпечності підприємства допускається здійснювати такими методами:

- аналітичними;
- імовірнісного моделювання;
- комбінованими, які являють собою поєднання аналітичних методів і методів моделювання;
- експертними.

Експериментальне оцінювання (контроль) рівня безпечності підприємства допускається проводити шляхом збирання та оброблення статистичних даних про безпечність в умовах дослідного та промислового функціонування підприємства.

Для окремих комплексів технологічного обладнання за погодженням з проєктувальником підприємства допускається організація та проведення спеціальних випробувань на безпечність.

Під час прогнозів аварій повинен використовуватись консервативний підхід, який полягає в тому, що для параметрів і характеристик об'єкта приймають значення і границі, про які наперед відомо, що вони призводять до найбільш несприятливих результатів.

Результати оцінювання та контролю безпечності підприємства повинні в регламентованому порядку вноситись до технічної документації.

Контрольні питання

1. На яких принципах ґрунтується екологічно-чисте виробництво?
2. Проаналізуйте схему елементів виробничого процесу під час впровадження екологічно чистого виробництва.
3. Які інженерні об'єкти відносять до природоохоронних?
4. Яких принципів слід дотримуватись при проектуванні природоохоронних об'єктів?
5. Можливість скорочення санітарно-захисних зон.
6. В чому полягає захист навколишнього середовища при проектуванні природоохоронних об'єктів?
7. В чому полягає процедура ОВД?
8. Охарактеризуйте зміст етапів ОВД під час проектування.
9. Дослідіть на конкретному прикладі алгоритм проведення ОВД об'єкта на стадії проектування.
10. Яку послідовність має попереднє обґрунтування та узгодження проектної документації.

ТЕМА 7

ПРОЄКТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

План

- 7.1 Наукове обґрунтування проєкту та патентний пошук.
- 7.2 Єдина система конструкторської документації.
- 7.3 Інженерно-екологічні вишукування та вибір майданчика для будівництва.
- 7.4 Генеральний план підприємства.
- 7.5 Компонування обладнання екологічно безпечних підприємств.

У випадку невідповідності підприємств, технічних засобів, матеріалів та інших об'єктів вимогам екологічної безпеки та охорони праці виникає нагальна потреба розроблення комплексу заходів, спрямованих на покращання цих показників. Тому норми екологічної безпеки необхідно враховувати під час проєктування виробництва ще до будівництва промислового об'єкту. Захисні заходи і конструктивні рішення майбутнього виробництва можуть бути втілені на етапі планування підприємства через вибір маловідходних технологічних операцій та процесів; безпечних, ресурсозберігаючих та енергоефективних конструкції устаткування або застосування додаткових пристроїв та екобіозахисної техніки.

7.1 Наукове обґрунтування проєкту та патентний пошук

Враховуючи те, що більшість нормативних документів, якими регламентують вимоги та нормативи щодо проєктування природоохоронних об'єктів та заходів, розроблені 20 і більше років тому і з того часу майже не коригувалися, у вступній частині проєкту доцільно мати розділ, що містить аналітичний огляд сучасних науково-технічних досягнень у галузі природоохоронних технологій, до якої належать об'єкти, що проєктуються.

В цьому розділі слід надати опис технологій і споруд, що розроблені за останні 10-20 років у певній галузі, показати їх технічні та економічні переваги порівняно з установленими, що розробляються за чинними нормативними документами, навести приклади практичного впровадження цих розробок, вказати на можливі недоліки чи особливості експлуатації. Особливо слід підкреслити, які відхилення від вимог чинних нормативних документів можуть виникнути під час проєктування нових об'єктів і які наслідки це може викликати.

При складанні огляду науково-технічних досягнень використовують публікації періодичних і книжкових видань, Internet, рекламні проспекти тощо. Наводять приклади експлуатації чи дослідно-виробничих випробувань та впроваджень цих розробок.

Результатом цього огляду мають бути науково обґрунтовані рекомендації щодо проєктування конкретного природоохоронного заходу чи об'єкта з викладенням технічних і економічних показників, що показують перевагу, порівняно з усталеною практикою.

Наукове обґрунтування прийнятих проєктних рішень може зіграти вирішальну роль при проведенні тендеру і при експертизі проєкту. Складовою частиною цього розділу має бути патентний пошук.

Патенти, авторські свідоцтва та інші документи про винаходи містять інформацію про найновітніші конструкторські та технологічні розробки, які втілені або можуть бути втіленими у практику.

Аналіз та використання патентної інформації забезпечує розробку проєктів будівництва нових або реконструкцію існуючих об'єктів на основі новітніх технічних досягнень у певній галузі. З цією метою до початку проєктування доцільно провести патентний пошук, який полягає в ознайомленні з патентною документацією в галузі, що проєктується, відбір пропозицій та ідей для втілення в проєкт.

Під час патентного пошуку, як правило, розглядають матеріали за останні 10-12 років приблизно 7-8 країн, які мають помітні досягнення в певній галузі. Результати патентного пошуку надають у табличній формі для наочного їх

перегляду фахівцями, що мають ними користуватися. При використанні патентних матеріалів слід дотримуватися норм патентного права щодо авторської власності.

7.2 Єдина система конструкторської документації

Переважний обсяг проектної документації складають креслення – своєрідна мова проєктувальника. Цю мову мають повністю до найдрібніших подробиць розуміти як самі проєктувальники, так і будівельники.

Під час будівництва використовують велику кількість готових деталей, конструкцій та устаткування, виготовлених різними підприємствами, в тому числі за кордоном. Ці різноманітні речі повинні бути там, де необхідно, з'єднуватися між собою, утворюючи єдиний комплекс споруди, що будується.

З метою єдності виконання, розуміння та застосування креслень всіма, хто їх створює та ними користується, діє єдина система конструкторської документації (ЄСКД), до якої входять близько 200 окремих стандартів.

ЄСКД забезпечує:

- єдність правил виконання та оформлення конструкторської документації, багаторазове її використання;
- однакове розуміння креслень на різних рівнях застосування проектної документації;
- уніфікацію і стандартизацію окремих деталей, конструкцій та устаткування незалежно від виробника;
- автоматизацію проєктування;
- можливість проведення ремонтних робіт;
- застосування імпоротної техніки та технологій;
- систему зберігання та повторного використання документації.

Стандарти ЄСКД регламентують:

- формати креслень і масштаби зображень;
- правила оформлення креслень;
- застосування ліній, графічне зазначення матеріалів;
- правила нанесення розмірів зображень;

- літерні та текстові позначення на кресленнях;
- виконання окремих видів креслень: генпланів, загальних видів, розрізів і перерізів, складальних, монтажних, габаритних тощо;
- правила поводження з конструкторською документацією: облік, зберігання, розповсюдження, внесення змін тощо;
- автоматизацію процесу розробки проектно-конструкторської документації.

За останні роки система автоматизованого проектування (САПР) набула значного поширення і поступово витісняє традиційні засоби розробки конструкторської документації.

САПР – це результат ефективної взаємодії фахівця з комп'ютером. САПР включає такі основні компоненти:

- технічні засоби – персональні комп'ютери, комп'ютерну мережу, пристрої вводу-виводу інформації;
- математичне, лінгвістичне, програмне, інформаційне забезпечення;
- бази даних.

Креслення при автоматизованому проектуванні виконуються як у візуальній формі на паперових носіях у кольоровому зображенні, так і на магнітних носіях.

7.3 Інженерно-екологічні вишукування та вибір майданчика для будівництва

До початку саме проектних робіт проводять роботи з отримання вихідної інформації для проектування, а саме:

- топографічний план (карта) місцевості в горизонталях з масштабом 1:10000 чи 1:5000 для складання генплану з масштабом від 1:100 до 1:10 для робочих креслень;
- геологічний розріз з описом тектонічної структури, рівнем ґрунтових (підземних) вод, наявністю шкідливих геологічних проявів (зсувів, суфозій, карстів тощо);
- дані про залягання корисних копалин;

- дані про стан водних об'єктів, атмосферного повітря, ґрунтів, флору, фауну, наявність об'єктів природно-заповідного фонду, їх статус та охоронні зони;

- матеріали про наземні, підземні споруди, комунікації та їх технічний стан.

Крім того, замовник проекту надає інформацію про призначення, виробничу програму, технологію, матеріальне, енергетичне і транспортне забезпечення об'єкта, що проєктується, а також відомості про обладнання, яке необхідно придбати, і про нестандартне устаткування, що виготовляють індивідуально.

Якщо природоохоронний об'єкт, що підлягає проєктуванню, призначений для якогось підприємства, то його розташовують на території цього підприємства. Питання виділення місця під будівництво вирішує керівник підприємства і погоджує з органами місцевого самоврядування.

Якщо об'єкти, що проєктуються, призначені для обслуговування потреб населеного пункту (напр., очисні споруди, полігон побутових відходів тощо), то такі об'єкти розташовують за його межами, бажано на вільних землях несільськогосподарського призначення.

Замовник проекту та представник проєктної організації спочатку вирішують питання щодо територіального розміщення майбутнього об'єкта з місцевими органами самоврядування. Для вибору земельної ділянки під будівництво створюють комісію, до якої, крім представників замовника та проєктної організації, залучають місцевого землевпорядника, архітектора, представників органів охорони навколишнього природного середовища, санітарного нагляду, пожежної охорони та представників інших органів залежно від специфіки об'єкта.

Замовник та проєктувальник до комісії надають загальні відомості про майбутній об'єкт: призначення, особливості будівництва та експлуатації, габаритні розміри, а також топографічний план (карта) земельної ділянки, відомості про геологічну будову та гідрогеологічні умови, загальна оцінка впливу об'єкта на навколишнє середовище (природне, техногенне, соціальне) та можливий вплив навколишнього середовища на об'єкт.

Результатом роботи комісії є Акт вибору майданчика під будівництво об'єкта, який підписують усі члени комісії та затверджує керівник місцевого

органу самоврядування. До Акту додають топографічний план майданчика, який підписують усі члени комісії.

У випадку, коли хтось з членів комісії з чимось не згоден, він пише на Акті свою особисту думку, яка розглядається керівником органу самоврядування.

Якщо комісія не дійшла згоди щодо вибору земельної ділянки, може бути прийнято рішення про проведення додаткових передпроектних робіт для уточнення вихідних даних щодо розміщення об'єкта або рішення про пошук іншої земельної ділянки.

Одним з найважливіших питань при виборі земельної ділянки є її належність за землеустроєм (земельним кадастром). Термін дії Акту вибору майданчика, як правило, становить до 3-х років.

7.4 Генеральний план підприємства

Будь-яке проектування починається з генерального плану (генплану), який потім уточнюється в процесі детального проектування. Нормативною базою для його розробки є СНиП-П-89-80 «Генеральні плани промислових підприємств».

Генеральний план підприємства – частина проекту, в якій комплексно вирішують питання планування, розміщення будівель і споруд, транспортних комунікацій і інших мереж на території підприємства. У цій частині розв'язуються завдання, пов'язані з розміщенням підприємства в промисловому вузлі.

Важлива частина розділу «Генеральний план підприємства» – графічне зображення генплану заводу і ситуаційного плану.

Генпланом називається креслення планування території, відведеної під будівництво, на яке в процесі проектування наносять усі будівлі і споруди, автомобільні і залізничні, підземні і наземні трубопроводи, кабельні лінії електропостачання і зв'язку. Рекомендований масштаб генплану 1:500; 1:2000; 1:5000.

Ситуаційний план відображає зв'язок підприємства з інженерною і транспортною інфраструктурою території, на якій будуватиметься підприємство.

Він включає майданчик майбутнього заводу, сусідні промислові підприємства, існуючі населені пункти, автомобільні і залізничні, траси ліній водопроводу, каналізації із зазначенням місць огорожі води і скидання стоків, майданчика очисних споруд, теплоелектроцентралі (ТЕЦ), траси ліній теплопостачання, електропостачання, водоймища, водні шляхи, шляхи підвезення устаткування, будівельних матеріалів. Ситуаційний план виконують в масштабі 1:10000 або 1:25000.

На стадії розробки робочих документів генеральний план згідно з ДСТУ Б А.2.4-6-95 (ГОСТ 21.508-93) включає:

– робочі креслення генерального плану (основний комплект робочих креслень марки ГП або ГТ при об'єднанні у одному комплекті генерального плану і споруд транспорту);

– ескізні креслення загальних видів нетипових виробів, а також, при зазначенні у договорі на виконання проєктних робіт:

✓ відомість потреби у матеріалах за ДСТУ Б А.2.4-10-95 (ГОСТ 21.110-95);

✓ відомість обсягів будівельних і монтажних робіт за ДСТУ Б А.2.4-10-95.

До складу основного комплекту робочих креслень генерального плану включають:

- загальні дані за робочими кресленнями;
- креслення розпланування;
- план організації рельєфу;
- план земляних мас;
- зведений план інженерних мереж;
- план благоустрою території;
- виносні елементи (фрагменти, вузли) за ДСТУ Б А.2.4-4-99 (при великій насиченості зображення).

Робочі креслення основного комплекту виконують на інженерно-топографічному плані (крім креслення плану земляних мас).

Допускається креслення розпланування, зведений план інженерних мереж і план благоустрою території виконувати без нанесення горизонталей рельєфу місцевості.

Контури проєктованих будинків і споруд наносять на план на підставі архітектурно-будівельних робочих креслень, сполучаючи координатні вісі будинків і споруд із внутрішніми гранями стін.

Плани розташовують довгою стороною умовної границі території уздовж довгої сторони аркуша. Північна сторона території повинна перебувати вгорі.

Допускається відхилення орієнтації на північ у межах 90° вправо і вліво. Плани, розташовані на різних аркушах виконують із однаковою орієнтацією.

При малій насиченості зображень допускається з'єднання декількох різних планів у один із присвоєнням йому відповідного найменування, наприклад, «Креслення розпланування і план організації рельєфу».

У генплані передбачається функціональне зонування території з урахуванням:

- технологічних зв'язків;
- санітарно-гігієнічних і протипожежних вимог;
- раціонального розміщення інженерних зв'язків усередині підприємства, а також між підприємством і житловим селищем;
- можливості будівництва чергами і пусковими комплексами;
- захисту підземних вод і поверхневих водоймищ від забруднення стічними водами і відходами
- кліматичних особливостей району.

Важливим показником генплану, який характеризує використання землі, є щільність забудови. Під щільністю забудови розуміють відношення площі будівель усіх видів і споруд, зокрема естакад, майданчиків навантажувально-розвантажувальних пристроїв, підземних споруд, складів, санітарно-технічних і енергетичних установок, до площі заводу в межах огорожі. Норматив щільності забудови визначається Будівельними нормативами і правилами (ДБН, СНіП).

Розміщення технологічних об'єктів на генплані з логістичної позиції повинне відповідати послідовності переробки сировини від складів сировини до складів готової продукції. Технологічні потоки прямують паралельно один одному і перпендикулярно напрямку розгортання підприємства. Це дозволяє автономно розвивати нові комплекси, що будуються.

Генплан передбачає поділ території підприємства на зони з урахуванням функціонального призначення об'єктів. Зони формуються так, щоб звести до мінімуму зустрічні потоки, забезпечити виконання норм і правил охорони праці і протипожежних норм. Як правило, це зони: передзаводська, виробнича, підсобна, складська, а також зони сировинного і товарного складів.

В **передзаводській** зоні розміщується управління підприємством, навчальний комбінат, поліклініка, їдальня, депо і т.п. Передзаводська зона зазвичай формується перед прохідною (поза огорожею підприємства). Тут передбачені елементи впорядкування (рис. 7.1) та озеленення. Передзаводську зону підприємства слід розміщувати з боку основних під'їздів і підходів персоналу підприємства.



Рис. 7.1. Приклади благоустрою передзаводської зони

На великих підприємствах, де огорожа має значну довжину, рекомендують влаштовувати декілька прохідних і розташовувати їх на відстані не більше 1,5 км одна від одної. У цих випадках влаштовується декілька перед заводських зон за числом прохідних.

Виробнича зона займає 25–30 % території. У ній розміщуються більшість технологічних установок, об'єкти загальнозаводського господарства (оборотне водопостачання, електростанція, лабораторія КПП і т.п.).

Підсобна зона – призначена для розміщення ремонтно-механічного цеху, ремонтно-будівельного цеху. Підсобних зон може бути декілька.

Складська зона – в ній розміщують склади устаткування, паливно-мастильних матеріалів, реагентів і т.п.

Зони **сировинних і товарних складів** – тут розміщуються резервуари, насосні, сховища, естакади для прийому сировини і відвантаження продуктів.

Територія хімічного підприємства розбивається сіткою вулиць на квартали, що мають прямокутну форму. Площа кварталу не повинна перевищувати 16 га. Довжина однієї сторони кварталу не більше 300 м. Відстань між об'єктами в сусідньому кварталі не менше 40 м.

Розташування сітки кварталів вибирається з урахуванням рози вітрів так, щоб забезпечити провітрювання кварталів. З тих же міркувань треба уникати будівництва будівель П, Ш і Т-подібної форми.

Будівництво заводів ведеться комплексами, до складу яких включають одну або декілька установок і об'єкти загальнозаводського господарства.

Об'єкти одного пускового комплексу повинні розміщуватися в найменшому числі кварталів. Причому квартал має забудовуватися повністю, щоб до нього вже не повертатися.

Розміщення установок на генплані мусить забезпечити мінімум довжини комунікацій, виключити зустрічні потоки. Компоновку устаткування бажано здійснювати так, щоб входи і виходи рідких продуктів знаходилися на одній стороні і всі комунікації проходили по одній естакаді, що розташована в комунікаційному коридорі.

Для зменшення загазованості житлового масиву викидами промислових підприємств їх розташовують із урахуванням переважного напрямку вітрів, що визначають по середній розі вітрів літнього періоду на основі багаторічних спостережень (50 - 100 років) метеорологічних станцій.

Розу вітрів розміщують на кресленнях ситуаційних і генеральних планів у верхньому лівому куті й будують у відповідному масштабі у такий спосіб: окіл ділять на 8 або 16 рівних частин і в результаті одержують 8 або 16 румбів: Пн (північ), ПнС (північно-схід), С (схід), ПдС (південно-схід), Пд (південь), ПдЗ (південно-захід), З (захід), ПнЗ (північно-захід). Від центра окола (початок координат) відкладають в обраному масштабі процентну повторюваність вітрів протягом року (результат багаторічних спостережень) по відповідних румбах.

Отримані точки з'єднують. Найбільш витягнута сторона отриманої фігури показує напрямок пануючих вітрів.

Промислові будівлі рекомендується розташовувати вздовж осі пануючого вітру або під кутом 45° до нього.

Для виключення або зменшення заносу шкідливостей у житловий район вітрами інших напрямків, що відрізняються від пануючого, між підприємством і житловим районом передбачають санітарно-захисну зону.

Ширину санітарно-захисної зони визначають залежно від виду виробництва, шкідливостей, що виділяються, і умов технологічного процесу відповідно до вимог ДСП 173-96. Класифікація підприємств, виробництв і об'єктів установлює п'ять класів мінімальних санітарно-захисних зон: I - 1000 м; II - 500 м; III - 300 м; IV - 100 м; V - 50 м. Санітарно-захисну зону або її частину не можна використовувати як резерв для розширення території підприємства.

Будівлі і споруди на території промислового підприємства варто розташовувати компактно, відповідно до їхнього технологічного взаємозв'язку, характеру шкідливостей, що виділяються, і залежно від пожежо- і вибухонебезпечності виробництв.

У разі пожежі для обмеження поширення вогню територією підприємства істотне значення має дотримання розрахункових відстаней між будівлями. При визначенні протипожежних відстаней за основу беруть ступінь вогнестійкості будівель і категорію виробництва за вибуховою, вибухопожежною і пожежною небезпекою. Так, відстані між будівлями і спорудами I і II класів вогнестійкості, якщо в них не розміщені виробництва, небезпечні за вибухом або пожежою,

звичайно не нормують. Якщо ж у цих будівлях розміщені вибухо- або пожежонебезпечні виробництва, то відстані між ними приймають не менше 9 м. Для будівель III, IV і V ступенів вогнестійкості названі відстані збільшують до 12, 15 і 18 м.

Водночас СНП 11-89-80 передбачає окремі умови, що дозволяють не нормувати або зменшувати протипожежні відстані. Наприклад, якщо стіна більш високої і широкої будівлі або споруди, що виходить у бік іншої будівлі, є протипожежною, то відстані між ними не нормуються. Зменшення протипожежної відстані для будівель і споруд I і II ступеня вогнестійкості з вибухо- і пожежонебезпечними виробництвами з 9 до 6 м передбачається також при обладнанні їх автоматичними станціями пожежогасіння.

7.5 Компонування обладнання екологічно безпечних підприємств

Компонування устаткування і рішення будівельної частини є одним з відповідальних і важких завдань проектування. Сучасний хімічний цех – це складний комплекс будівель і споруд, в яких розміщується устаткування, передбачене технологічною схемою, устаткування допоміжного призначення, а також підсобні і адміністративно-господарські приміщення.

Під компонуванням цеху або його об'ємно-планувальним рішенням розуміється як сам процес проектування, під час якого визначається склад приміщень, їх розміри і раціональне взаємне положення, так і його результат у вигляді креслень розрізів і планів по поверхам, виконаним у певному масштабі.

Продумана і правильна організація компоновки цеху повинна передбачати повну відповідність технологічному процесу, забезпечувати безпеку виробництва, врахування особливостей генплану, створення умов для монтажу, демонтажу і ремонту устаткування.

Розрізняють **відкритий** і **закритий** варіант компоновки. Перший передбачає розміщення устаткування на відкритих майданчиках поза будівлями. За другим варіантом устаткування розміщується усередині закритих будівель.

Специфіка хімічної промисловості обумовлює максимальне винесення устаткування на відкриті майданчики. Відкрита компоновка дозволяє істотно скоротити вартість будівництва, зменшує загазованість і вплив тепловиділень, знижує пожежо-вибухонебезпеку виробництва. Вона дозволяє істотно знизити трудомісткість монтажу крупного устаткування, оскільки воно може поставлятися на будівельний майданчик і монтуватися в повністю зібраному вигляді.

Проте у ряді випадків відкрита компоновка неможлива. До закритого розміщення (усередині будівлі) вдаються у випадку, якщо на відкритому майданчику неможливо виконати вимоги технологічного процесу. Такими вимогами можуть бути: потреба в повітрі особливої чистоти, необхідність уникнути кристалізації рідин з температурою замерзання 10–15 °С і вище, виділення пилу і токсичних газів, які необхідно знешкоджувати тощо. Іншою причиною для вибору закритої компоновки можуть бути кліматичні умови (люті морози або вітри, піщані бурі) району будівництва підприємства.

Компромісом між відкритою і закритою компоновкою є варіант (рис. 7.2), в якому устаткування, що потребує обслуговування, або частини устаткування забезпечуються укриттям або розміщуються в будівлі в той час, як решта апаратів розміщується на відкритому майданчику.

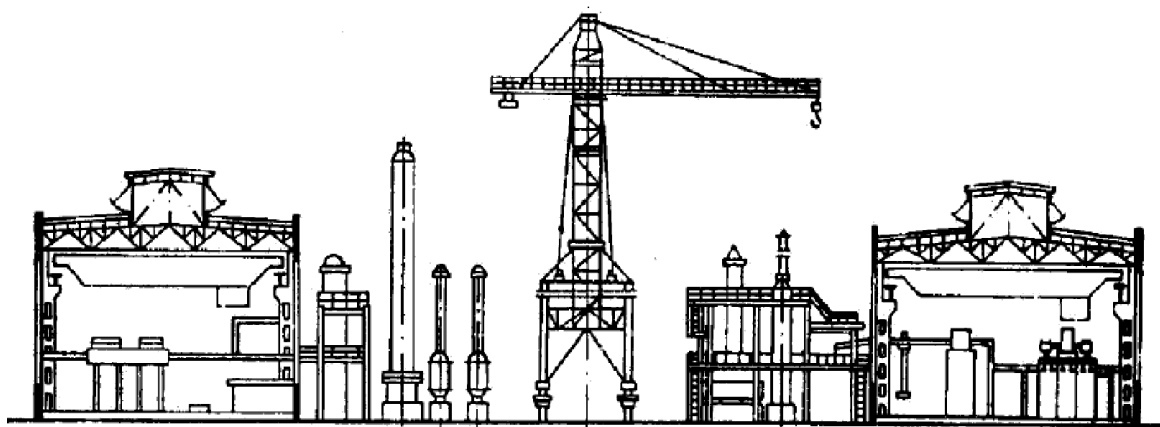


Рис. 7.2. Підприємство хімічної промисловості з відкритим розташуванням частини технологічного устаткування

Відкрита компоновка. Залежно від технології і розміру ділянки передбачуваного будівництва компоновка може бути виконана за одно- чи

багатоповерховим варіантом. При одноповерховій компоновці устаткування розміщують на фундаментах на рівні землі. При багатоповерховій – його розташовують на етажерках (каркасах без стін). Достатньо часто великогабаритне устаткування розміщують на фундаментах по периметру етажерки, а дрібні обслуговуючі апарати (насоси, теплообмінники) – на самій етажерці.

Фундаменти виготовляють з монолітного залізобетону. При проектуванні етажерок необхідно прагнути до максимального використання збірного залізобетону. Тому при розміщенні устаткування слід керуватися такими будівельними нормами. Крок колон (відстань між вертикальними колонами каркаса етажерки) повинен складати 6 м (допускається також 12 м), а висота поверхів вибирається з ряду 4,2, 4,8 або 6 м.

Разом з етажерками в процесі компонування передбачають обслуговуючі постаменти, призначені для обслуговування і ремонту устаткування. Їх проектують у вигляді металевих конструкцій на залізобетонному фундаменті. Для обслуговуючих постаментів (майданчиків) і розміщення малогабаритного устаткування рекомендується максимально використовувати несучі здібності резервуарів, ємностей і колонних апаратів. До колон кріплять і невеликі вантажопідйомні пристосування (кран, тельфер та ін.).

Закрита компоновка (розташування устаткування в будівлі). Промислові будівлі рекомендується будувати із збірного залізобетону. У той же час в хімічній промисловості поширені будівлі, що мають сталевий каркас і стіни з бетонних панелей. Будівлі, крім спеціальних випадків, повинні бути прямокутними в плані. Крок зовнішніх колон будівлі 6 м, всередині крок колон каркасних будівель може бути 9 і 12 м. Висота поверхів вибираються кратною 0,6 м, частіше 4,2; 4,8 або 6 м. Мінімальна ширина будівлі __18 м. Перевагу, як і при відкритій компоновці, слід віддавати одноповерховим будівлям. Багатоповерхові будівлі проектують для виробництв, в яких технологією передбачено вертикальне переміщення матеріалів (млини, дробарки). Приклади одноповерхових та двоповерхових будівель наведені на рис. 7.3 та 7.4, а з використанням етажерки – на рис. 7.5.

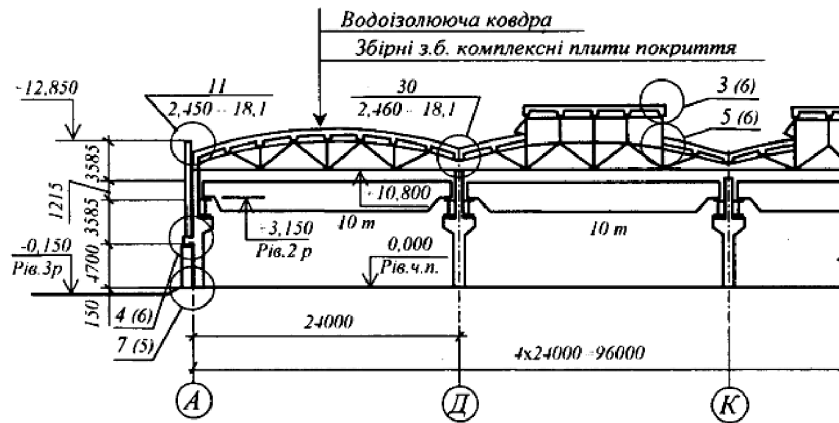


Рис. 7.3. Приклад зображення розрізу одноповерхового виробничого будинку за ДСТУ Б 2.4-7-95 (ГОСТ 21.501-93)

Будівлі з багатьма прольотами по можливості виконують з однаковими прольотами. Ширина прольотів зазвичай становить 18 або 30 м.

При розміщенні устаткування в будівлі керуються нормами охорони праці і пожежної безпеки. Зокрема в пожежо- і вибухонебезпечному виробництві не можна розміщувати устаткування в підвалах і примітках. Якщо пожежо- і вибухонебезпечні речовини легше за повітря (ацетилен, водень), в даху будівлі повинні бути передбачені ліхтарі для їх виходу.

Будівлі з багатьма прольотами по можливості приймають з однаковими прольотами. Ширина прольотів зазвичай складає 18 або 30 м.

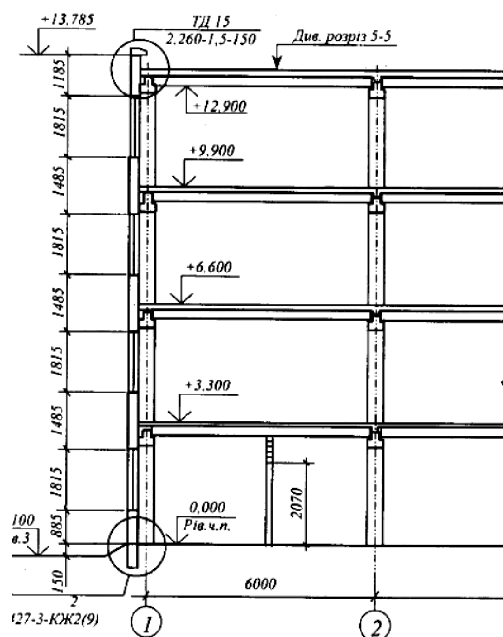


Рис. 7.4. Приклад зображення розрізу багатопверхового виробничого будинку за ДСТУ Б 2.4-7-95 (ГОСТ 21.501 -93)

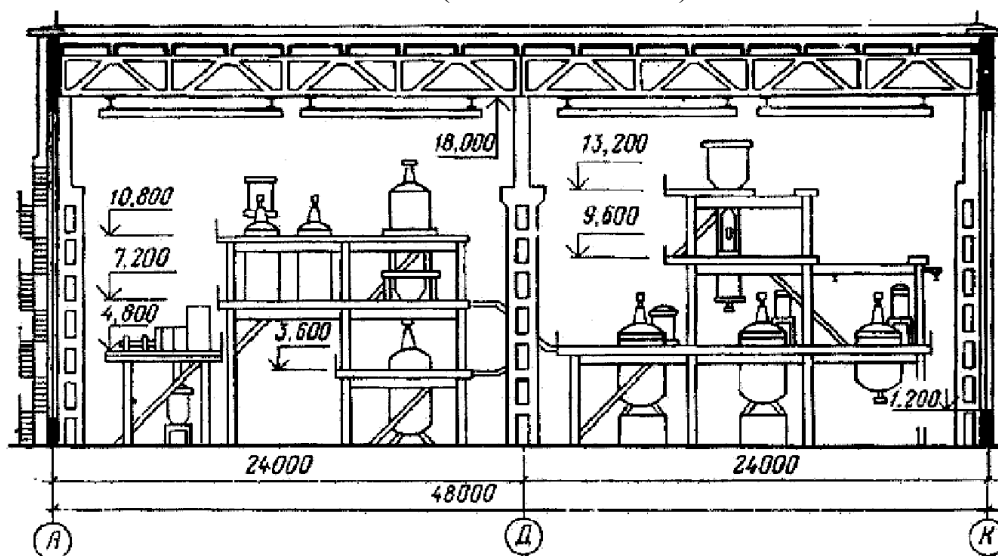


Рис. 7.5. Приклад розташуванням технологічного устаткування на етажерках

Закритий варіант більш затратний порівняно з відкритим, він має складну, громіздку систему вентиляції. Це пов'язано з ускладненням монтажу і демонтажу устаткування (наприклад, колони не можна встановити цілком, необхідно розбивати на царги). Тому устаткування треба максимально виносити на відкриті майданчики. Наприклад, колони і резервуари розміщувати поза будівлями, а насоси – всередині.

Слід відмітити, що універсальних способів компоновки немає. Це творчий процес, залежний від досвіду і знань проектувальника. На компоновку, зокрема, впливають особливості генплану, способи монтажу, специфічні для монтажної організації – підрядчика, вимоги охорони праці і протипожежної техніки. До особливостей генплану, що впливають на компоновку, слід віднести наявність централізованих допоміжних служб, характер міжцехових комунікацій, напрям пануючих вітрів.

Хоча, як зазначалось вище, проектування компоновки і є творчим процесом, проте можна сформулювати деякі основні принципи цієї роботи. **Пристаючи до компоновки**, слід мати наступні матеріали:

- креслення генерального плану підприємства;

- апаратурно-технологічну схему (АХТС) виробництва;
- креслення (загальні види) застосованого устаткування, його масові і габаритні характеристики.

Згідно з АХТС визначається висотне розташування устаткування (вертикальне планування), визначається поверховість цеху, вирішується питання про основні виробничі, допоміжні і обслуговуючі приміщення.

До основних виробничих приміщень, зокрема, належать такі: при цеховий склад сировини; компресорне відділення; насосне відділення; апаратне відділення; тепловий пункт; водоколекторна; парокотекторна; приміщення конденсатовідвідників, операторна; аналізаторна (приміщення для автоматичних аналізаторів). Часто не всі з перерахованих приміщень виділяються. При цьому відповідне устаткування розміщується безпосередньо в цеху.

Допоміжні приміщення: вентиляційні камери; прицехова електропідстанція; розподільні пункти електропостачання; цехова хімічна лабораторія.

Обслуговуючі приміщення, як правило, розміщуються в окремому побутовому корпусі, якщо він є у складі цеху. Якщо побутовий корпус відсутній, то вони проектується в прибудові до основної будівлі цеху, відокремленої від нього глухою стіною. До складу обслуговуючих приміщень включають: цехові ремонтні майстерні; комори; побутові приміщення; адміністративні і конторські приміщення.

Після визначення поверховості і складу приміщень, приступають власне до проектування просторового розташування приміщень і устаткування. При виділенні місця для паро- і водоколекторної, тепловпункту, електропідстанції необхідно враховувати особливості генплану (розташування відповідних міжцехових комунікацій на генплані). Далі бажано згрупувати устаткування однакової шкідливості і пожежонебезпечності в окремі приміщення.

Конкретний вибір місця на плані тих або інших приміщень слід вести з урахуванням необхідності монтажу і ремонту. Часто монтажні міркування відіграють вирішальну роль при виборі відстані між цехами, установками. Річ у

тому, що особливу складність представляє монтаж колон. Вище згадувалося, що їх ставлять, як правило, зовні уздовж довгої сторони етажерки або будівлі.

Перед фронтом колон треба забезпечити майданчик для підвезення, складання і підйому апаратів. Для попередніх розрахунків можна прийняти, що ширина майданчика для монтажу дорівнює трьом чвертям висоти найвищого апарата.

Особливо складно монтувати важке, довгомірне устаткування всередині будівлі. Необхідно прагнути до максимального використання штатних підйомних засобів: кранів, тельферів, постійно змонтованих у цеху. У перекриттях цеху необхідно передбачати отвори для монтажу. Компоновка устаткування і самого цеху повинна дозволяти демонтаж без руйнування цеху.

Велике значення при розробці компоновки має врахування вимог охорони праці. Основні з них такі.

У цеху з приміщеннями, що мають різні сантехнічні умови, приміщення з однаковою шкідливістю і пожежонебезпечністю треба групувати суміжно (спрощується вентиляція і протипожежні заходи). Приміщення з підвищеною пожежонебезпечністю треба розташовувати біля зовнішніх стін і на верхніх поверхах будівлі.

Пожежобезпечні приміщення (паро-, водоколекторні), вбудовані в пожежонебезпечні установки, повинні мати 3 внутрішніх стіни глухими. Вихід влаштовується в зовнішній (четвертій) стіні, причому двері робляться протипожежними та такими, що самозачиняються. Вікна проектуються з небиткого скла або склоблоків. Приміщення контрольно-вимірювальних приладів (КВП), які сполучаються ззовні з устаткуванням, повинні бути відокремлені глухою стіною. Ці приміщення треба вентилювати повітрям, яке не забруднюється парами і газами навіть при аваріях.

Приміщення різної пожежної небезпеки (наприклад, цех і операторна) повинні сполучатися тільки через шлюз. Вихід у пожежонебезпечні приміщення з ліфта також виконується через шлюз з підпором повітря.

Для зменшення руйнувань при аварії або вибуху необхідно передбачати вибухові отвори у міжповерхових перекриттях, причому, якщо вибухонебезпечні речовини легші за повітря (водень, етилен), площа отвору повинна складати 15 % від площі підлоги, в інших випадках 5 %.

У стінах будівлі необхідно передбачати евакуаційні отвори (не менше двох виходів).

Приміщення, куди може в'їжджати транспорт, повинно бути ізольовано від пожежо- і вибухонебезпечних приміщень.

Між обслуговуючими приміщеннями і пожежонебезпечними, треба розміщувати небезпечні приміщення, якщо це не викликає розриву технологічного ланцюга.

Як можна зрозуміти зі сказаного, компоновка – дуже складний процес, в якому беруть участь проектувальники різних спеціальностей, монтажних організацій і діючих підприємств.

Контрольні питання

1. Яким чином визначається місце розташування майбутнього інженерного об'єкта?
2. Склад та дії комісії з вибору будівельного майданчика.
3. Яку структуру має генеральний план підприємства?
4. Які вимоги висувають до матеріалів, що використовують для виготовлення природозахисних споруд?
5. За якими принципами відбувається поділ території підприємства на зони при складанні генплану?
6. За якими принципами проектують інженерні мережі і технологічні трубопроводи?
7. Що розуміється під компонуванням цеху або його об'ємно-планувальним рішенням?
8. Порівняйте особливості відкритого та закритого способів компанування.

9. Як виконується проєктування розміщення технологічного устаткування?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Джигирей В.С., Сторожук В.М. та ін. Основи екології та охорони навколишнього природного середовища. – Л. : Афіша , 2000. – 272 с..
2. Збожна О.М. Основи технології : Навчальний посібник . – Вид. 2-ге , змін. і доп. - Тернопіль: Карт – бланш, 2002. – 486 с. – іл..
3. Закон України «Про охорону атмосферного повітря»// Відомості Верховної Ради України. – 1992. – N 50.
4. Закон України «Про охорону навколишнього середовища» від 25 червня 1991 р. //Відомості Верховної Ради України. - 1991.- N41.
5. Техника защиты окружающей среды / Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С. Учебник для вузов . 2-е изд., перераб. И доп. – М. : Химия , 1989. – 512 с.: ил.
6. Промислова екологія: Навч. посіб./ С.О. Апостолюк, В.С.Джигирей, А.С. Апостолюк та ін. – К. : Знання , 2005. – 474 с.
7. Справочник по пыле- и золоулавливанию / М.И.Биргер, А.Ю. Вальдберг, Б.И. Мягков и др.: Под общ. ред. А.А. Русанова .- 2-е изд., перераб. и доп.- М. : энергоатомиздат, 1983. – 312 с., ил.
8. Тищенко Н.Ф. Охрана атмосферного воздуха. Расчет содержания вредных веществ и их распределение в воздухе. Справочник, Изд. "Химия", 1991. – 368 с.
9. Апостолюк С.О., Апостолюк А.С., Джигирей В.С. та ін. Охорона навколишнього середовища в деревообробній промисловості. – К. : Основа , 2003. – 174 с.
10. Василенко І.А., Півоваров О.А., Трус І.М., Іванченко А.В. Урбоекологія / І.А. Василенко, О.А. Півоваров, І.М. Трус, А.В. Іванченко – Дніпро: Акцент ПП, 2017. – 309 с.
11. **Василенко О. А. Рациональне використання та охорона водних ресурсів: Навч. посіб. для студ. напряму "Водні ресурси" ВНЗ / О. А. Василенко, Л. Л. Литвиненко, О. М. Квартенко – Рівне: НУВГП, 2007. – 245 с.**

12. Левківський С. С. Рациональне використання і охорона водних ресурсів: Підруч. для студ. вищ. навч закл / С. С. Левківський, М. М. Падун – К. : Либідь, 2006. – 280 с.

13. ГОСТ 2761-84 "Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора".

14. СанПиН 2.1.4.559-96 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества".

15. МУ 2.1.4.719-98 "Санитарный надзор за применением ультрафиолетового излучения в технологии подготовки питьевой воды" (утв. Минздравом РФ 15.10.1998 г.).

16. Гурин В. А. Гідроаеродинамічні машини та насосні станції: конструкції, експлуатація, надійність: словник-довідник для студ. напряму "Гідротехніка (водні ресурси)" вищих навч. закл. / В. А. Гурин, Ю. П. Євсєєнко – Рівне : НУВГП, 2008. – 186 с.

17. ДСТУ 3041-95 "Гідросфера. Використання і охорона вод. Терміни та визначення" (наказ Держстандарту України № 91 від 28.03.1995 р.).

18. ДСТУ 2569-94 "Водопостачання і каналізація. Терміни та визначення" (наказ Держстандарту України №138 від 10.06.1994 р.).

19. Хільчевський В. К. Водопостачання і водовідведення. Гідроекологічні аспекти / В. К. Хільчевський – К. : ВЦ "Київський університет", 1999. - 319 с.

20. Проектирование сооружений для очистки сточных вод. Справочное пособие к СНиП. – М.: Стройиздат, 1990. – 190 с.

21. ДСТУ 2569-94 "Водопостачання і каналізація. Терміни та визначення" (наказ Держстандарту України №138 від 10.06.1994 р.).

22. Хільчевський В. К. Водопостачання і водовідведення. Гідроекологічні аспекти / В. К. Хільчевський – К. : ВЦ "Київський університет", 1999. - 319 с.

23. Кирилюк М. І. Водний баланс і якісний стан водних ресурсів Українських Карпат: Навч. посібник / Чернівецький національний ун-т ім. Юрія Федьковича. – Чернівці : Рута, 2008. – 246 с.

24. Ратушняк Г.С. Технічні засоби очищення газових викидів. Навчальний посібник / Г.С. Ратушняк, О.Г. Лялюк. – Вінниця : ВНТУ, 2005. – 158 с.

25. Склад, порядок розробки, узгодження й затвердження проектної документації для будівництва ДБН А.2.2-3-2012. – К.: Держбуд України, 2012. – 32 с.

26. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. ДБН А.2.2-1-2003. – К.: Держбуд України, 2004. – 21 с.

27. Запольський А. К., Мішкова-Клименко Н. А., Астрелін І. М. та ін. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: підр. К.: Лібра, 2000. - 552 с.

28. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: підручник. К.: Вища шк., 2005. - 671 с.

29. Петрук В. Г., Северин Л. І., Васильківський І. В., Безвозюк І. І. Природоохоронні технології: навч. посі.. Ч.2 : Методи очищення стічних вод . Вінниця : ВНТУ, 2014. - 254 с.

30. Северин Л. І., Петрук В. Г., Безвозюк І. І., Васильківський І. В. Природоохоронні технології. Частина 1. Захист атмосфери: навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2012. - 388 с.

31. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» // Відомості Верховної Ради України. –2017. – N 51.

Навчальне видання

ТЕКСТИ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

**«ОБЛАДНАННЯ ТА ОСНОВИ ПРОЄКТУВАННЯ ПРИРОДООХОРОННИХ
ОБ'ЄКТІВ»**

(для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 - Екологія)

Укладач:

М.А. ОЖЕРЕДОВА

Оригінал-макет *М. А. Ожередова*

Підписано до друку _____

Формат 60x84 ¹/₁₆. Папір друкар. Гарнітура Times.

Друк офсетний. Умов. друк. арк. 10,0. Облік. - вид. арк. _____

Тираж _____ екз. Вид. № _____. Замов. № _____. Ціна договірна.

**Видавництво Східноукраїнського національного університету
імені Володимира Даля**

Свідоцтво про реєстрацію: серія ДК № 1620 від 18.12.03 р.

Адреса університета: просп. Центральний, 59-А

м. Сєверодонецьк, 93400, Україна

e-mail: vidavnictvoSNU.ua@gmail.com.