

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до організації самостійної роботи,
виконання контрольної роботи та практичних робіт
з дисципліни
"Сучасні технології захисту довкілля"

Одеса-2012

Методичні вказівки до організації самостійної роботи студентів з дисципліни "Сучасні технології захисту довкілля" для студентів-спеціалістів за спеціальністю 101 Екологія / к.х.н., доц. Шаніна Т.П. – Одеса: ОДЕКУ, 2012. – 39 с.

ЗМІСТ

Вступ	4
1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	5
1.1 Зміст дисципліни	5
1.2 Перелік навчальної та методичної літератури	5
1.3 Перелік знань та вмінь	6
1.4 Організація навчального процесу	7
1.5 Перелік заходів поточного та підсумкового контролю знань, вмінь студентів	7
2 ПРАКТИЧНІ РОБОТИ.....	8
2.1 Вибір варіанту очищення та утилізації викидів конверторного цеху	8
2.2 Розрахунок нейтралізації і знешкодження травильних стічних вод.....	18
3 ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТА	24
3.1 Повчання по вивченню теоретичного матеріалу дисципліни	24
3.2 Організація контролю самостійної роботи студента з використанням дистанційних методів	26
4 ЗМІСТ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ ТА ЗАГАЛЬНІ ПОРАДИ ЩОДО ЇЇ ВИКОНАННЯ	27
4.1 Вибір варіанта поводження з промисловими стічними водами ...	28
5 ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ СТУДЕНТІВ ...	35
Додатки	38

ВСТУП

“Сучасні технології захисту довкілля” – навчальна дисципліна, яка входить до циклу вибіркових і викладається при підготовці на магістерському рівні за спеціальністю 101 Екологія.

Вивчення даної дисципліни ґрунтується на знаннях, отриманих студентами при вивченні фундаментальних і спеціальних дисциплін: “Хімія”, “Основи екології”, “Техноекологія”, “Моніторинг навколишнього середовища”, “Урбоекологія”, “Управління та поводження з відходами”.

Мета вивчення даної дисципліни – формування у студента достатнього об'єму знань в області інструментального захисту довкілля, за допомогою яких можливе розв'язання проблем зниження техногенного навантаження підприємств, викиди та скиди яких містять сполуки, що забруднюють навколишнє середовище.

Завдання даної дисципліни – ознайомлення з сучасними підходами до зниження антропогенного навантаження на навколишнє середовище, вивчення теоретичних основ та практичного втілення процесів знешкодження шкідливих та вилучення цінних компонентів викидів та скидів, а також відходів.

Метою методичних вказівок є визначення завдань по виконанню практичних робіт, а також порядку організації самостійної роботи студента в міжсесійний період з підготовкою контрольної роботи.

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Зміст дисципліни

ЗМ-Л1 «Сучасні технології захисту атмосфери та поводження з відходами». Класифікація методів захисту довкілля. Концепція запобігання забрудненню. Еколого-економічний ефект від впровадження природоохранных технологій. Технологічні прийоми запобігання забрудненню атмосфери. Інструментальні технології захисту атмосфери. Методи захисту довкілля при роботі автотранспорту. Принципи поводження з небезпечними відходами. Технології поводження з медичними відходами.

ЗМ-Л2 «Сучасні технології захисту гідросфери». Концепція захисту гідросфери та класифікація методів очищення стічних вод. Механічні методи очищення стічних вод. Фізико-хімічні методи очищення стічних вод. Хімічні методи очищення стічних вод. Біохімічні методи очищення стічних вод.

ЗМ-Л3 передбачає виконання розрахункових задач, а саме: вибір варіанта очищення і утилізації викидів конверторного цеху, розрахунок нейтралізації та знешкодження травильних стічних вод. Практичні роботи, які виконуються протягом заліково-екзаменаційної сесії, наведені у розділі 2 Методичних вказівок.

1.2 Перелік навчальної та методичної літератури

При вивченні теоретичної частини курсу використовується така *основна* навчальна та методична література:

1. Шаніна Т.П. Сучасні методи захисту навколишнього середовища. Частина 1. Методи захисту атмосфери: Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2008. 60с.
2. Шаніна Т.П. Сучасні методи захисту довкілля. Частина 2. Методи захисту гідросфери. Конспект лекцій. Одеса, ОДЕКУ, 2009. 52 с.
3. Шаніна Т.П. Сучасні методи захисту довкілля. Частина 3. Біохімічні методи очищення стічних вод. Конспект лекцій. Одеса, ОДЕКУ, 2009. 72 с.
4. Шаніна Т.П. Методичні вказівки до організації самостійної роботи студентів при вивченні навчальної дисципліни «Сучасні методи захисту довкілля». Одеса: ОДЕКУ, 2011. 28с.

Перелік додаткової літератури:

1. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод. К.: Лібра, 2000. 551с.
2. Инженерная экология и экологический менеджмент: учебник / М.В.

- Буторина, П.В. Воробьёв, А.П. Дмитриева и др.; под ред. Н.И. Иванова, И.М. Фаина. М.: Логос, 2003. 528 с.
3. Охрана окружающей среды / Белов С.В., Барбинов Ф.А., Козьяков А.Ф. и др. М.: Высшая школа, 1991. 319 с.
 4. Хільчевський В.К. Водопостачання і водовідведення. Гідрологічні аспекти. К.: Київський університет, 1998. 319с.
 5. Очистка сточных вод / Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э. М.: Мир, 2004. 480 с.
 6. Павлова Е.И. Экология транспорта: учебник. М.: Транспорт, 2000 – 248 с.
 7. Радовенчик В. М., Гомеля М. Д. Тверді відходи: збір, переробка, складування: навчальний посібник. К: Кондор, 2010. 552 с.
 8. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник в 3-х частях. Калуга, 2003.
 9. Ветошкин А.Г. Процессы инженерной защиты окружающей среды (теоретические основы). Пенза, 2004. 325 с.
 - 10.Панин В.Ф. Теоретические основы защиты окружающей среды. Томск, 2009. 115 с.

1.3 Перелік знань та вмінь

Після вивчення даної дисципліни студент

повинен *знати*:

- концепцію запобігання забрудненню;
- суть основних фізичних і хімічних процесів і законів, що описують поведінку матеріальних і енергетичних забруднень антропогенного характеру;
- основні властивості забруднювальних речовин;
- принципи знешкодження забруднювальних речовин у викидах та скидах підприємств;
- класифікації інструментальних методів захисту довкілля;
- еколого-економічні характеристики методів захисту довкілля;
- технології поводження з небезпечними відходами.

повинен *уміти*:

- використати отримані знання при розробці комплексу заходів щодо зниження техногенного навантаження підприємств на навколишнє природне середовище.

повинен *мати наступні компетенції*:

- здатність використовувати сучасні методи захисту довкілля, принципи комплексного захисту природних екосистем і людського суспільства від екологічно небезпечних природних і техногенних процесів (явищ) (КЗН.09);
- навички використання природоохоронних технологій, які

дозволяють мінімізувати техногенний вплив на природні системи (КІ.02);

➤ здатність застосовувати інженерно-екологічні засоби мінімізації техногенного впливу та відновлення порушених природних екосистем (КЗП.07);

➤ здатність використовувати знання і практичні навички для захисту складових довкілля та мінімізації негативного техногенного впливу (КСП.03)

1.4 Організація навчального процесу

Вивчення основних розділів курсу «Сучасні технології захисту довкілля» для студентів заочної форми навчання складається з лекційних та практичних занять і самостійної роботи студента по засвоєнню теоретичного курсу з наступним виконанням контрольної роботи.

1.5 Перелік заходів поточного та підсумкового контролю знань, вмінь студентів

Контроль поточних знань студентів заочної форми навчання виконується на базі модульно-накопичувальної системи організації навчання та відбувається у відповідності з «Положенням про впровадження сесійної модульно-накопичувальної системи контролю знань та вмінь з навчальних дисциплін студентами заочної форми навчання». Основною формою контролю засвоєння знань під час самостійної роботи студента є контрольна робота. *Контроль самостійної роботи студентів заочної форми навчання у міжсесійний період здійснюється за допомогою дистанційних методів (більш детально – у розділі 3.2).*

Оцінювання якості виконання завдань на самостійну роботу складається з двох етапів. Перша оцінка – викладач оцінює виконані завдання згідно з Положенням про організацію і контроль самостійної та індивідуальної роботи студентів ОДЕКУ. Другу оцінку студент отримує на початку аудиторних занять з відповідної навчальної дисципліни по результатах тестової роботи з питань, які були включені до завдань на самостійну роботу, що розміщені у робочих програмах навчальних дисциплін. За підсумками двох етапів оцінювання виставляється середня арифметична оцінка виконаного студентом завдання на самостійну роботу.

У підсумковій оцінці засвоєння студентом навчальної дисципліни також враховується якість виконання практичних робіт. Наприкінці вивчення дисципліни студенти складають іспит у вигляді тестових завдань.

2 ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

Практичні роботи оформляються на листах формату А4 або у зошиті, текст записки складається з таких частин: теоретичні основи розрахунку, розрахункові формули з описом складових, перелік вихідних даних, розрахунок і висновки.

2.1 Вибір варіанту очищення та утилізації викидів конверторного цеху

Вдосконалення технології конверторного процесу є найбільш актуальним завданням сучасної чорної металургії. Внаслідок того, що 70% сталі у світі виробляється цим способом, існує гостра потреба оптимізації витрат для нього. Для вітчизняних підприємств це особливо важливо, тому як вони знаходяться на стадії реформування і реорганізації своїх технологій.

Нині в Україні шість конвертерних цехів (металургійні комбінати «Арселор Мітал Кривий Ріг», Маріупольські «Азовсталь» і ім. Ілліча, Дніпровський ім. Дзержинського, а також Дніпропетровський і Єнакіївський металургійні заводи) мають у своєму складі 16 кисневих конвертерів і один конвертер для газокисневого рафінування сталі (завод «Дніпроспецсталь»).

У світі експлуатується близько 280 киснево-конвертерних цехів, що мають у своєму складі до 700 конвертерів, які виробляють 811 млн. т металу. При цьому, тільки 18 цехів у світі мають у своєму складі надвеликі конвертери місткістю 290 - 300 т і більше. Чотири з них знаходяться в Росії (Череповецький, Магнітогорський, Новолипецький і Західносибірський меткомбінати), чотири - в Японії (JFE Steel, заводи Mizushima і Keihin; Nippon Steel, заводи Yawata і Kimitsu), два - в Німеччині (TKS Thyssen Krupp Stahl і Arcelor Mittal, завод Stahlwerke Bremen), по одному - в Україні («Азовсталь»), США (Weirton Steel), Південній Кореї (Posco), Польщі (Arcelor Mittal, завод Huta Katowice), Великобританії (Corus/Tata Steel, завод Scunthorpe), Франції (Arcelor, Fos sur Mer), Індії (компанія SAIL, завод Bokaro) і Нідерландах (Corus/Tata Steel, завод Hoogovens Ijmuiden BV). При цьому, як показує практика, конвертерний цех у складі трьох 400 тонних конвертерів може забезпечити річний обсяг виробництва на рівні 10 млн. т.

В ході конвертерної плавки утворюється конвертерний газ. Вихід і склад газу залежать від властивостей шихти, режиму і інтенсивності продування, конструкції фурми, типу процесу і інших чинників. Газ, що відходить з конвертера, в основному, складається із CO і містить значну

кількість пилю, який складається з застиглих крапель металу з окисленою поверхнею.

У практиці конвертерного виробництва використовується газоочищення з допалюванням і без допалювання CO. В якості паливних вторинних енергетичних ресурсів конвертерний газ використовують при відведенні газу без допалювання. В цьому випадку він є дуже цінним технологічним і енергетичним паливом. У більшості випадків виявляється доцільним використати не лише фізичне тепло газу, що відходить, але і утилізувати його як хімічну сировину або паливо. Щоб утилізувати конвертерний газ, як технологічний, його відводять, охолоджують і очищують.

Система газоочищення повинна забезпечити зниження змісту пилю незалежно від способу відведення і охолодження конвертерних газів, що викидаються в атмосферу. Нині у світовій практиці існує велика різноманітність систем і конструкцій газоочисних апаратів. Всі їх можна об'єднати в три великі групи по способу очищення: сухе, мокре і електроочищення.

У деяких киснево-конвертерних цехах очищення газів як і раніше ведуть в системах мокрого пиловловлення. Спочатку з потоку газу видаляється великі частинки пилю в охолоджувачах з зрошенням водою. На другому етапі очищення видаляється дрібні частинки пилю в конічному скрубери з кільцевим зазором. Такі скрубери відрізняються простотою конструкції, ефективність очищення - 30 мг/м^3 , малим енергоспоживанням і низькими капітальними витратами. При необхідності застосовують також скрубери Вентурі з прямокутною горловиною.

Порівнюючи мокре і сухе очищення газів, необхідно відмітити, що капітальні витрати на мокре очищення складають лише близько 70% капітальних витрат на сухе очищення. Проте в системі мокрого очищення для досягнення високої ефективності пиловловлювання необхідно підтримувати високий перепад тиску, що обумовлює застосування потужніших димососів і більш високу витрату електроенергії. Крім того, в системах мокрого очищення утворюється шлам, що вимагає зневоднення, сушки або утилізації. Сухі системи дозволяють обійтися без установки по зневодненню шламу і очищенню води. Пил з систем сухого типу можна брикетувати і використовувати в сталеплавильному процесі. Ці особливості, характерні для сухих систем очищення і значно знижують експлуатаційні витрати. Крім того, більш висока ефективність очищення дозволяє повністю задовольнити вимоги міжнародного законодавства, що відносяться до забруднюючих викидів конвертерів, у тому числі суворіші вимоги, які можна чекати в майбутньому. Тому системи сухого очищення з утилізацією газу зазвичай виявляються більш економічними в порівнянні з системами мокрої очистки

Для сухого очищення газів встановлюють переважно електрофільтри, зокрема, сухі пластинчаті. Порівняно великі частинки пилу дозволяють експлуатувати електрофільтри при високих швидкостях газового потоку. Питомий електричний опір виключає утворення зворотної корони. На осаджувальних електродах утворюється рихлий, легко струшуваний шар пилу.

При відведенні конвертерного газу без допалювання після охолодження і очищення його можна використати для наступних цілей: в якості палива, хімічної сировини, для підігрівання шихтових матеріалів конвертерної плавки, а також як відновник залізородної сировини. Застосування конвертерного газу в якості палива є одним з резервів економії паливно-енергетичних ресурсів. Проте, застосування його ускладнене, у зв'язку з наступних причин: непостійністю виходу конвертерного газу як за часом, так і по кількості; різкими коливаннями складу газу в різні періоди плавки; можливістю підсосу в газовідвідний тракт повітря, що може привести до утворення газокисневої суміші і вибуху у споживаючих агрегатах. Для компенсації нерівномірного виходу і усереднювання складу газу застосовують газгольдери.

Можливість застосування конвертерного газу для відновлення залізородної сировини обумовлена його високим відновним потенціалом. Це створює передумови до розробки ефективної схеми використання газу, що включає отримання металізованого продукту і подальше застосування його в конвертерній плавці.

Використання конвертерного газу для відновлення заліза із залізородних окатишів, минаючи доменний процес, дає економію дефіцитних і дорогих відновників. В порівнянні з використанням брукту застосування металізованих окатишів спрощує транспортування і завантаження матеріалів в конвертер, забезпечує чистішу сталь. Проте для цього потрібні додаткові капітальні і експлуатаційні витрати в цеху, об'єм яких визначає рівень економічної ефективності системи.

Конвертерні гази, що відходять, виносять багато пилу. Разом з оксидом вуглецю з конвертеру захоплюється значна кількість частинок металу. Вони, в основному, складаються з FeO , Fe_2C , FeCO_3 . Залежно від складу сировини, конструкції печей і умов плавки на тонну сталі утворюється 12-25 кг тонкодисперсного пилу при «сухому» і шламу при «мокрому» способі уловлювання з розміром часток від 0,1 до 10 мкм.

Пил і шлами конвертерного виробництва після попередньої підготовки використовують як добавку в агломераційну шихту.

Мета роботи – обґрунтовано вибрати найбільш оптимальний варіант очищення викидів та подальшого поводження з ним.

Пилогазоповітряна суміш, що відходить від технологічного устаткування конверторного цеху, викидається в атмосферу (базовий варіант). При цьому докільню наноситься збиток, величину якого треба визначити. Для зменшення цього збитку необхідно удосконалити відведення викидів конверторного цеху.

Для прийняття рішення по вибору способу поводження з виробничим викидом на першому (підготовчому) етапі необхідно розрахувати такі показники:

1. Коефіцієнт корисної дії очисних установок (ступінь, ефективність очищення):

$$\eta_i = \frac{C_{di} - C_{ni}}{C_{di}}, \quad (2.1)$$

де C_{di} та C_{ni} – концентрація забруднюючих речовин до і після очищення, г/м³.

2. Економічність очищення – співвідношення результату очищення (уловленої речовини) до експлуатаційних витрат: де P – результат функціонування очисних споруд:

$$E = \frac{P}{B}, \quad (2.2)$$

де B – експлуатаційні витрати - витрати на обслуговування процесу очищення, зарплатня, вартість реактивів, вартість води, електроенергії, поточних ремонтів і так далі, грн.

P – приведена маса ЗР, ум.т/т:

$$P = M_i \cdot A_i, \quad (2.3)$$

де M_i – маса ЗР, т

A_i – показник відносної небезпеки ЗР:

$$A_i = 1 / ГДК_{ЗР}, \quad (2.4)$$

де $ГДК_{ЗР}$ – середньодобова ГДК ЗР, мг/дм³.

3. Визначити ефективність очищення:

$$e = \frac{(Y_{\text{відв.}} + \Pi - B) \cdot \alpha_t}{K}, \quad (2.5)$$

$Y_{\text{відв.}}$ – відвернений збиток, який може бути нанесений НС за час t років, грн.;

Π – прибуток, отриманий від продажу уловленої ЗР, заміни ним початкової сировини і так далі за час t років, грн.;

B – витрати на експлуатацію очисного устаткування, грн.;

K – капітальні витрати - придбання або виготовлення очисного устаткування, контрольно-вимірювальних приладів, монтаж і так далі (одноразові), грн.;

α_t – коефіцієнт дисконтування (приведення різночасних витрат):

$$\alpha_t = \sum (1 + T)^{-t}, \quad (2.6)$$

T – відсоткова ставка банківського кредиту.

Розрахунок відверненого збитку проводить таким чином:

$$\Delta Y = Y_1 - Y_2, \quad (2.7)$$

де Y_1 – збиток, що наноситься довіллю при функціонування базового варіанту очисних споруд;

Y_2 – збиток, що наноситься довіллю при реалізації обраного варіанту очисних споруд.

Розрахунок збитку, що наноситься довіллю (Y , грн.)

$$Y = Y_{\text{ydi}} \cdot M_i \cdot \kappa_1 \cdot \kappa_2, \quad (2.8)$$

де Y_{ydi} – питомий збиток, грн./т, визначається за табл. 2.1;

M_i – маса забруднюючої речовини, що надходить в навколишнє середовище, т:

$$M_i = C_{ni} \cdot V, \quad (2.9)$$

де V – об'єм газів, що відходять після очищення, м³;

κ_1 і κ_2 – коефіцієнти, що характеризують умови розсіювання викиду в атмосфері і територію, над якою розсіюється викид (в нашому випадку приймаються рівними 1).

Таблиця 2.1 – Питомий економічний збиток від викиду 1 т забруднюючої речовини

ЗР	Збиток, грн./т
Завислі речовини (пил)	120
Оксиди азоту	250
Оксид вуглецю (II)	70
Оксид вуглецю (IV)	30

Контрольні запитання

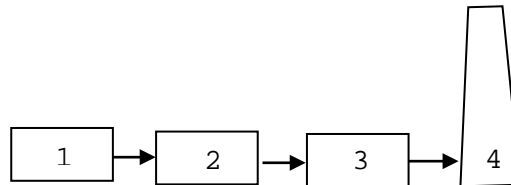
1. Як визначається ефективність установки для очищення викидів?
2. Як визначається економічність?
3. Як визначити приведену масу забруднюючої речовини?
4. Як визначається ефективність?
5. Що таке відвернений збиток?
6. Що таке питомий збиток і як його визначити?
7. Що розуміють під експлуатаційними витратами?
8. Що розуміють під капітальними витратами?
9. Перелічить показники, які необхідно розглянути при обґрунтуванні вибору оптимальної технології очищення викидів.

Завдання до практичної роботи

1. Ознайомитися з послідовністю виконання оцінки для обґрунтування вибору варіанту очищення та утилізації викидів конверторного цеху.
2. Провести аналіз чотирьох пропонованих до впровадження варіантів очищення (див. нижче).
3. Зробити висновок щодо оптимального варіанту очищення викидів конверторного цеху.

Варіанти очищення викидів конверторного цеху

1. Очищення пилогазоповітряної суміші від крупнодисперсних гетерогенних забруднень за допомогою пилоосаджувальної камери з подальшим розміщенням викиду в атмосфері.

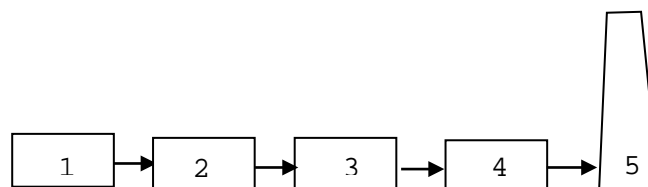


- 1 – конвертор,
- 2 – пилоосаджувальна камера,
- 3 – димосос,
- 4 – труба для викиду в атмосферу.

Таблиця 2.2 – Вихідні дані для розрахунку

Показник	Варіант	
	базовий	1
$C(\text{пил}), \text{г/м}^3$	200	1
$C(\text{NO}_x), \text{г/м}^3$	7,2	7,2
$C(\text{CO}), \text{г/м}^3$	840	840
Річний обсяг газів, що відходять, млн. м^3	1534	1534
Річний обсяг виробництва сталі, тис. т	8175	8175
Експлуатаційні витрати, грн./т сталі	0,78	0,85
Капітальні витрати, тис. грн.	36,00	42,00

2. Очищення пилогазоповітряної суміші від гетерогенних забруднень за допомогою низконапірного скрубера Вентурі, допал газової фази (CO) з подальшим викидом продуктів згорання в атмосферу.



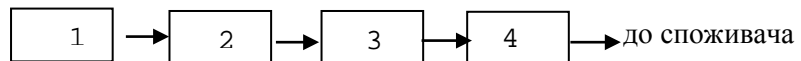
- 1 – конвертор,
- 2 – пилоосаджувальна камера,
- 3 – низконапірний скруббер Вентурі,

- 4 – пристрій для допалу CO,
 5 – труба для викиду в атмосферу.

Таблиця 2.3 – Вихідні дані для розрахунку

Показник	Варіант	
	базовий	2
C(пил), г/м ³	200	0,1
C(NO _x), г/м ³	7,2	7,2
C(CO), г/м ³	840	C(CO ₂) 1320
Річний обсяг газів, що відходять, млн. м ³	1534	1534
Річний обсяг виробництва сталі, тис. т	8175	8175
Експлуатаційні витрати, грн./т сталі	0,78	0,94
Капітальні витрати, тис. грн.	36,00	48,00

3. Очищення пилогазоповітряної суміші від гетерогенних забруднень за допомогою електрофільтру. Отримана після очищення газоповітряна суміш може бути використана в якості Для збору газу і подальшого його продажу споживачеві в технологічний ланцюжок вбудовується газгольдер. Залишкові кількості пилу сприяють прискореній корозії газгольдера і викликають підвищення витрат на його обслуговування.

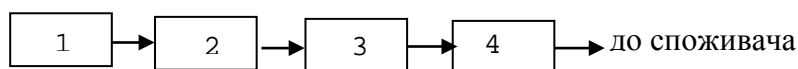


- 1 – конвертор,
 2 – пилоосаджувальна камера,
 3 – електрофільтр,
 4 – газгольдер.

Таблиця 2.4 – Вихідні дані для розрахунку

Показник	Варіант	
	базовий	3
C(пил), г/м ³	200	-
C(NO _x), г/м ³	7,2	-
C(CO), г/м ³	840	-
Річний обсяг газів, що відходять, млн. м ³	1534	1534
Річний обсяг виробництва сталі, тис. т	8175	8175
Експлуатаційні витрати, грн./т сталі	0,78	0,85
Капітальні витрати, тис. грн.	36,00	42,00
Вартість газу, грн./1000 м ³	-	60,0

4. Очищення пилогазоповітряної суміші від гетерогенних забруднень за допомогою високонапірного скрубера Вентурі. Очищений газ можна використовувати в якості палива. Для збору газу і подальшого його продажу споживачеві в технологічний ланцюжок вбудовується газгольдер. (Остаточна кількість пилу мала і не викликає підвищення витрат на його утримання.)



- 1 – конвертор,
- 2 – пилоосаджувальна камера,
- 3 – високонапірний скруббер Вентурі,
- 4 – газгольдер.

Таблиця 2.5 – Вихідні дані для розрахунку

Показник	Варіант	
	базовий	4
C(пил), г/м ³	200	-
C(NO _x), г/м ³	7,2	-
C(CO), г/м ³	840	-
Річний обсяг газів, що відходять, млн. м ³	1534	1534
Річний обсяг виробництва сталі, тис. т	8175	8175
Експлуатаційні витрати, грн./т сталі	0,78	1,04
Капітальні витрати, тис. грн.	36,00	52,00
Вартість газу, грн./1000 м ³	-	70,0

Утилізація уловленого пилу може здійснюватися двома шляхами:

1 - повернення у виробництво конверторної сталі із заміною частини вихідної сировини (1т пилу замінює 2т концентрату, вартість якого рівна 500 грн./т);

2 - використання як сировина у виробництва спецсталей (відпускна ціна пилу 2000 грн./т).

Для зручності результати розрахунків можна заносити в табл. 2.6

Таблиця 2.6 – Форма для запису результатів розрахунків

Варіант	η , %		E, ум.т/ грн.	e, грн./грн.		
	пил	CO		без утилізації пили	утилізація пили за 1 варіантом	утилізація пили за 2 варіантом
1						
2						
3						
4						

2.2 Розрахунок нейтралізації і знешкодження травильних стічних вод

Стічні води – це води, які внаслідок використання їх на побутові або виробничі потреби суттєво погіршили свої первинні властивості, стали непридатними для використання, а також негативно впливають на гідросферу. До них також належать води, які стікають з територій населених місць, промислових підприємств і сільськогосподарських полів внаслідок випадання атмосферних опадів.

В залежності від походження, виду і якісної характеристики домішок стічні води можна розділити на три основні категорії; побутові (господарсько-фекальні), виробничі (промислові) і дощові (атмосферні).

Режим відведення стічних вод в зовнішню каналізаційну систему і їх кількість залежить від багатьох умов: потужності підприємства, числа робочих змін, виду сировини, технології виробництва, числа промислових установок і апаратів, а також режиму їх роботи, питомої витрати води на одиницю продукції та інше.

Промислові стічні води від технологічних процесів багатьох галузей промисловості містять кислоти і солі важких металів. Для попередження корозії металевого устаткування каналізаційних очисних споруд і порушення біохімічних процесів в очисних спорудах і водоймищах, а також для виділення із стічних вод солей важких металів, кислі і лужні стоки нейтралізують.

Реакція нейтралізації – це хімічна реакція між речовиною, що має властивості кислоти і речовиною, що має властивості гідроксиду. Ця реакція приводить до втрати характерних властивостей обох сполук. Зміст реакції нейтралізації виражається коротким іонним рівнянням реакції, що проходить у розчині:



В результаті концентрація кожного з іонів прагне до нуля, а активна реакція середовища – до рН 7.

Нейтралізацію здійснюють з такою метою:

- для запобігання корозії матеріалів каналізаційних мереж й очисних споруд;
- щоб уникнути порушення біохімічних процесів у біологічних окислювачах й у водоймах;
- для осадження зі стічних вод солей важких металів.

Практично нейтральними вважають води, що мають рН = 6,5 – 8,5.

Основні способи нейтралізації.

1) Взаємна нейтралізація кислих і лужних стічних вод. Режими скидання стічних вод, що містять кислоту й відпрацьовані луги, як правило, різні. Кислі води зазвичай скидаються в каналізацію рівномірно протягом доби й мають постійну концентрацію. Лужні води скидаються періодично в міру того, як скидається лужний розчин. У зв'язку із цим для лужних вод часто необхідно влаштовувати регулюючий резервуар. З резервуара ці води рівномірно випускають у камеру реакції, де в результаті змішування їх з кислими стічними водами відбувається взаємна нейтралізація. Даний метод широко використовують на підприємствах хімічної промисловості.

2) Нейтралізація реагентами (негашене вапно, гашене вапно Ca(OH)_2 , кальцинована сода).

Реагентний метод застосовують у випадку, якщо на промислових підприємствах є тільки кислі або тільки лужні стічні води, або якщо неможливо забезпечити взаємну нейтралізацію.

Вапно для нейтралізації застосовують у вигляді вапняного молока 5%-й концентрації або у вигляді порошку. Цей метод поширений для нейтралізації кислих вод. Оскільки в кислій і лужній виробничій стічній водах практично завжди присутні іони металів, то дозу реагенту визначають із урахуванням виділення в осад солей важких металів. Час контакту стічних вод і реагенту повинний бути не менше ніж 5 хв. Для кислих стічних вод, що містять розчинені іони важких металів, цей час повинний бути не менше ніж 30 хв.

3) Нейтралізація кислих стічних вод шляхом фільтрування через нейтралізуючі матеріали (вапно, вапняк CaCO_3 , доломіт $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$, магнезит MgO).

Нейтралізацію соляно-, азотно-, а також сірчано-кислих стічних вод при концентрації сірчаної кислоти не більше за $1,5 \text{ г/дм}^3$ здійснюють на безперервно діючих фільтрах з вертикальним рухом води. При концентрації кислоти більше за $1,5 \text{ г/дм}^3$ кількість сульфату кальцію, що утворюється, перевищує його розчинність (2 г/дм^3), і він починає випадати в осад, у результаті чого нейтралізація припиняється. Крупність фракцій матеріалу завантаження становить 3 - 8 см; розрахункова швидкість фільтрування залежить від виду завантажувального матеріалу, але не більше 5 м/год; тривалість контакту не менш 10 хв.

Застосування таких фільтрів можливо за умови відсутності в кислих стічних водах розчинених солей важких металів, оскільки при $\text{pH} > 7$ вони будуть випадати в осад у вигляді важко розчинних сполук, які повністю забивають пори фільтра.

4) Нейтралізація димовими газами. Застосування для нейтралізації лужних стічних вод газів, що відходять, які вміщують у собі діоксиди

вуглецю, сірки й азоту й інші кислі гази, дозволяє не тільки нейтралізувати стічні води, але й одночасно здійснювати високоефективне очищення самих газів від шкідливих компонентів.

Для нейтралізації кислих вод можуть бути використані: NaOH, KOH, Na₂CO₃, NH₄OH (аміачна вода), CaCO₃, MgCO₃, доломіт (CaCO₃·MgCO₃).

Однак найбільш дешевим реагентом є гідроксид кальцію (вапняне молоко) зі змістом активного вапна Ca(OH)₂ 5 - 10%. Іноді для нейтралізації застосовують різні відходи виробництва, наприклад, шлаки сталеплавильного, ферохромового й доменного виробництв використовують для нейтралізації вод, що містять сірчану кислоту.

Реагенти вибирають залежно від складу й концентрації кислих стічних вод. При цьому враховують, утворення осадів.

Розрізняють три види кислотовміщуючих стічних вод:

1) води, що містять слабкі кислоти (H₂CO₃, CH₃COOH);
 2) води, що містять сильні кислоти (HCl, HNO₃). Для їхньої нейтралізації може бути використаний будь-який названий вище реагент. Солі цих кислот добре розчинні у воді;

3) води, що містять сірчану й сірчисту кислоти. Кальцієві солі цих кислот погано розчинні у воді й випадають в осад.

Час контакту стічних вод і реагенту в камерах реакції повинний бути не менше 5 хв, для кислих вод, що містять розчинені іони важких металів - не менше 30 хв.

Вапно для нейтралізації вводять у стічну воду у виді гідроксиду кальцію (вапняного молока; «мокре дозування») або у виді сухого порошку («сухе» дозування).

Дозу реагенту для обробки стічних вод визначають за умови повної нейтралізації кислот, що містяться в них (табл. 2.7), і приймають на 10% більше розрахункової.

Таблиця 2.7 – Витрата реагентів на нейтралізацію 100% кислот і гідроксидів

№ з/п	Гідроксид	Кислота			
		сірчана	соляна	азотна	оцтова
1	Негашене вапно	0,56 / 1,79	0,77 / 1,30	0,46 / 2,20	0,47 / 2,15
2	Гашене вапно	0,76 / 1,32	1,01 / 0,99	0,59 / 1,70	0,62 / 1,62
3	Кальцинована сода	1,08 / 0,93	1,45 / 0,69	0,84 / 1,19	0,88 / 1,14
4	Каустична сода	0,82 / 1,22	1,10 / 0,91	0,64 / 1,57	0,67 / 1,50
5	Аміак	0,35 / 2,88	0,47 / 2,12	0,27 / 3,71	-

Примітка: у чисельнику – кількість гідроксиду (у кг) на 1 кг кислоти; у знаменнику – кількість кислоти (у кг) на 1 кг гідроксиду.

Мета роботи – розрахувати необхідну кількість реагенту для нейтралізації певного виду стічних вод та осадження важких металів з них.

Оскільки в кислих стічних водах практично завжди присутні іони металів, дозу реагенту слід визначати з урахуванням осадження солей важких металів. Кількість реагентів G_k (кг), необхідних для нейтралізації, визначається за формулою

$$G_k = \frac{K_3 \cdot Q \cdot a \cdot C_k}{B}, \quad (2.10)$$

де K_3 – коефіцієнт запасу витрати реагенту в порівнянні з теоретично необхідним:

для вапняного молока рівний 1,1;

для вапняного тіста або сухого вапна – 1,59;

для вапняку – 1,70;

для інших реактивів – 1;

Q – кількість стічних вод, що підлягають нейтралізації, м³;

a – теоретична кількість реагенту, необхідного для нейтралізації, кг/кг (табл. 2.7);

C_k – концентрація кислоти в стічних водах, кг/м³;

B – кількість активної частини в товарному реагенті, частки одиниці.

Зазвичай розраховується добове споживання реагенту.

При нейтралізації кислих стоків, що містять солі важких металів, кількість реагенту G_m (кг), необхідного для їх знешкодження, визначається за формулою

$$G_m = \frac{K_3 \cdot Q \cdot (v_1 \cdot C_1 + v_2 \cdot C_2 + \dots + v_n \cdot C_n)}{B}, \quad (2.11)$$

де v_1, v_2, \dots, v_n – теоретичні кількості реагенту, необхідних для осадження металів, кг/кг (табл. 2.8);

C_1, C_2, \dots, C_n – концентрація металів в стічній воді, кг/м³.

Таблиця 2.8 – Витрата реагентів для осадження металів

Метал	Витрата реагентів, кг/кг			
	CaO	Ca(OH) ₂	Na ₂ CO ₃	NaOH
Цинк	0,85	1,13	1,60	1,22
Нікель	0,95	1,26	1,80	1,36
Мідь	0,88	1,16	1,66	1,26
Залізо	1,00	1,32	1,90	1,43
Свинець	0,27	0,35	0,51	0,38

Сумарна витрата реагенту, необхідного для знешкодження кислотного стоку, що містить іони важких металів, визначається як

$$G = G_k + G_m. \quad (2.12)$$

Контрольні запитання

1. Що таке реакція нейтралізації?
2. Які види стічних вод підлягають нейтралізації?
3. Які існують способи нейтралізації?
4. Як розрахувати кількість реагенту, необхідного для нейтралізації стічних вод?
5. Як розрахувати кількість реагенту, необхідного для осадження іонів важких металів?

Завдання до виконання практичної роботи

1. За вихідними даними (табл. 2.9), розрахувати кількість реагенту, необхідного для нейтралізації кислоти, що міститься в добовій витраті відпрацьованих травильних розчинів.
2. Розрахувати кількість реагенту, необхідного для знешкодження важких металів в добовій витраті відпрацьованих травильних розчинів.
3. Визначити добову витрату реагенту.

Таблиця 2.9 – Вихідні дані для виконання практичної роботи

№ варіанту	Компоненти СВ	Реагент	Q, м ³	C _к , кг/м ³	C _{Fe} , кг/м ³	C _{Me} , кг/м ³	B
1	H ₂ SO ₄ , Fe, Ni	CaO	400	3,0	20	3,0	0,5
2	HNO ₃ , Fe, Cu	Ca(OH) ₂	450	19,0	22	3,5	0,6
3	HCl, Fe, Zn	Na ₂ CO ₃	500	30,0	24	4,0	0,95
4	H ₂ SO ₄ , Fe, Pb	NaOH	550	5,0	26	4,5	0,99
5	HNO ₃ , Fe, Ni	CaO	600	17,0	28	5,0	0,5
6	HCl, Fe, Cu	Ca(OH) ₂	650	28,0	30	5,5	0,6
7	H ₂ SO ₄ , Fe, Zn	Na ₂ CO ₃	700	7,0	32	6,0	0,95
8	HNO ₃ , Fe, Pb	NaOH	750	15,0	34	6,5	0,99
9	HCl, Fe, Ni	CaO	800	26,0	36	7,0	0,5
10	H ₂ SO ₄ , Fe, Cu	Ca(OH) ₂	850	9,0	38	7,5	0,6
11	HNO ₃ , Fe, Zn	Na ₂ CO ₃	900	13,0	40	8,0	0,95
12	HCl, Fe, Pb	NaOH	950	24,0	42	8,5	0,99

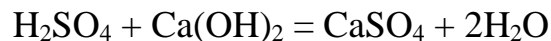
Приклад розрахунку

Необхідно розрахувати добову витрату вапняного молока, необхідного для нейтралізації відпрацьованих травильних розчинів, регенерація яких економічно недоцільна, якщо їх витрата складає 315 м³/на добу, вміст сірчаної кислоти – 12 кг/м³, іонів заліза – 10 кг/м³, іонів міді – 5 кг/м³.

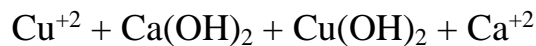
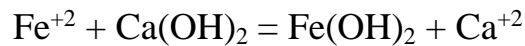
Вміст активної частини вапняного молока – 0,5.

При нейтралізації відпрацьованих травильних розчинів вапняним молоком протікають такі реакції:

з сірчаною кислотою



з сульфатами заліза і міді



На підставі приведених реакцій і вихідних даних визначаємо теоретично необхідну кількість вапняного молока, необхідного для нейтралізації кислоти (а) і знешкодження іонів важких металів (V_{Fe} і V_{Cu}):

$$a = 0,76 \text{ кг/кг};$$

$$V_{\text{Fe}} = 1,32 \text{ кг/кг};$$

$$V_{\text{Cu}} = 1,16 \text{ кг/кг}.$$

Добове споживання реагенту для нейтралізації кислоти (G_к):

$$G_{\text{к}} = (1,1 \cdot 315 \cdot 0,76 \cdot 12) / 0,5 = 6320,16 \text{ кг}$$

Добове споживання реагенту для знешкодження іонів важких металів (G_м):

$$G_{\text{м}} = G_{\text{Fe}} + G_{\text{Cu}} = 1,1 \cdot 315 \cdot (1,32 \cdot 10 + 1,16 \cdot 5) = 6583,50 \text{ кг}$$

Сумарне добове споживання реагенту (G):

$$G = 6320,16 + 6583,50 = 12903,66 \text{ кг}.$$

3 ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТА

3.1 Повчання по вивченню теоретичного матеріалу дисципліни

Дисципліна «Сучасні технології захисту довкілля» складається з двох пов'язаних між собою тем, які увійшли до ЗМЛ1 та ЗМЛ2 (див. 1.1).

Почнемо із загальних порад по вивченню теоретичного матеріалу дисципліни. Спочатку необхідно розібратися у змісті окремої теми курсу за допомогою наведеного у пункті 1.2 переліку навчальної та методичної літератури (пропонується використовувати спочатку конспекти лекцій [1-3], якщо при вивченні виникли питання, незрозумілості – тоді, як додаткову, можна використати й іншу навчальну літературу, що наведена у списку додаткової літератури (див. 1.2) та повчань до цієї теми. Коли Ви вважаєте, що засвоїли зміст теми, спробуйте відповісти на *«контрольні питання для самоперевірки»*, наведені у кінці кожної теми [1-3]; якщо Ви не можете відповісти на якесь з цих запитань – знайдіть відповідь у тексті інших рекомендованих джерел інформації (див. 1.2). Після того, як Ви переконалися, що зміст тем засвоєний, приступайте до виконання завдання контрольної роботи. Якщо ж у Вас виникли запитання або труднощі, які Ви не в змозі подолати самостійно, потрібно звернутися до викладача, який вів установчі лекції, особисто за адресою: м. Одеса, вул. Львівська, 15, УЛК № 2, ауд. 415 (кафедра екології та охорони довкілля); або ж надіслати запитання за електронною адресою **smzd@i.ua** (див. 3.2).

Повчання щодо вивчення теми № 1 «Сучасні технології захисту атмосфери та поводження з відходами».

Після вивчення теми № 1 студенти мають знати: основні положення концепції запобігання забрудненню, класифікацію методів захисту довкілля, показники економічної ефективності природоохоронних технологій, основні напрямки зниження забруднення атмосфери, методи зменшення забруднення при спалюванні палива, в т.ч. при роботі автотранспорту, принципову схему очищення промислових викидів та класифікацію інструментальних методів захисту атмосфери, класифікацію небезпечної складовою побутових відходів та основні напрямки знешкодження таких відходів.

Особливу увагу треба звернути на такі питання: основні терміни та поняття, показники для економічної оцінки ефективності заходів по захисту довкілля, газифікація палива, зв'язування сірки при спалюванні палива, застосування нейтралізатор для зменшення забруднення атмосфери при роботі автотранспорту.

Література: [1, с. 4-16, 55-60].

Питання для самоконтролю:

1. Наведіть ієрархію методів захисту довкілля.

2. Які методи зниження забруднення атмосфери відносяться до пасивних, до активних? Чому?
3. Принципова технологічна схема очищення викиду.
4. Як оцінити ефект від впровадження природоохоронних технологій?
5. Особливості використання більш екологічних видів палива.
6. Основні технологічні прийоми щодо зниження забруднення атмосфери при спалюванні палива.
7. Різновиди нейтралізаторів.
8. Класифікація небезпечної складової твердих побутових відходів.
9. Особливості поводження з різними видами методичних відходів.

Повчання щодо вивчення теми № 2 «Сучасні технології захисту гідросфери».

Після вивчення теми № 2 студенти мають знати: класифікацію методів очищення стічних вод, суть механічних методів очищення стічних вод, фізико-хімічні, хімічні та біохімічні методи очищення стічних вод.

Особливу увагу треба звернути на такі питання: коагуляція та флокуляція, нейтралізація стічних вод, зворотній осмос, фактори, які впливають на процеси мембранного очищення, біохімічні механізми окислення речовин в аеробних умовах, процеси нітрифікації та денітрифікації, особливості анаеробного процесу біохімічного окислення.

Література: [2; 3, с. 5-24, 40-49, 65-70].

Питання для самоконтролю:

1. Основні класифікації методів очищення стічних вод.
2. Що таке БСК та ХСК?
3. Суть процесу коагуляції.
4. Іонний обмін як метод очищення стічних вод.
5. Які існують мембранні методи очищення стічних вод?
6. Особливості технологій зворотного осмосу та ультрафільтрації.
7. Діаліз та електродіаліз.
8. Умови проведення аеробного очищення стічних вод.
9. Переваги та недоліки анаеробних методів очищення.

Формою поточного контролю самостійної роботи студента з дисципліни «Сучасні технології захисту довкілля» є контрольна робота. Зміст контрольної наведений у розділі 4 даних Методичних вказівок. Про використання дистанційних методів контролю виконання контрольної роботи наведено у підрозділі 3.2.

3.2 Організація контролю самостійної роботи студентів з використанням дистанційних методів

Контроль самостійної роботи студентів заочної форми навчання полягає у використанні дистанційних методів, які передбачають застосування сучасних інформаційно-комунікативних засобів організації контролю, а саме: поетапне відправлення студентом виконаних завдань самостійної роботи та отримання зауважень від викладача в режимі «офлайн» через мережу Інтернет.

Завдання на самостійну роботу, яке студент виконав за допомогою дистанційних методів, а викладач зарахував, оформлюється студентами перед початком екзаменаційно-залікової сесії тільки у вигляді титульного аркуша, на якому вказується дата отримання завдання, дати поетапного виконання контрольної роботи, які засвідчені викладачем, дата реєстрації їх в журналі обліку контрольних робіт НКЦ, підпис методиста та штамп. На зворотному боці аркуша викладач пише рецензію на самостійне завдання. Після того титульні аркуші контрольної роботи передаються на відповідні кафедри особисто студентом (під його розпис), де також реєструються в журналі обліку.

Зразок титульного аркушу контрольної роботи наведений в Додатку А.

В табл. 3.1 наведені етапи виконання завдань самостійної роботи.

Виконані завдання надсилати на електронну адресу **smzd@i.ua**

Таблиця 3.1 – Етапи виконання контрольної роботи у міжсесійний період

Дата	Завдання
1.03	Виконання розрахунків за першим варіантом запобігання забрудненню
1.04	Виконання розрахунків за другим варіантом запобігання забрудненню

4 ЗМІСТ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ ТА ЗАГАЛЬНІ ПОРАДИ ЩОДО ЇЇ ВИКОНАННЯ

За допомогою навчальної та методичної літератури, що наведена у попередній частині Методичних вказівок необхідно вивчити теоретичний матеріал по кожному із 2-х змістовних модулів курсу «Сучасні технології захисту довкілля». На практичних заняттях під час установчої сесії виконується практична робота на тему: «Вибір варіанта очищення та утилізації викидів конверторного цеху», подібна до задачі, що винесена у завдання до контрольної роботи, яку студент виконує самостійно у міжсесійний період.

У підрозділі 3.1 наведені 20 варіантів контрольних завдань. Вибір варіанту відбувається на основі двох останніх цифр залікової книжки студента за допомогою таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. – Варіант вихідних даних для виконання контрольної роботи

Дві останні цифри номеру з/к	Варіант вихідних даних	Дві останні цифри номеру з/к	Варіант вихідних даних
01, 11, 21, 31, 41	1	51, 61, 71, 81, 91	11
02, 12, 22, 32, 42	2	52, 62, 72, 82, 92	12
03, 13, 23, 33, 43	3	53, 63, 73, 83, 93	13
04, 14, 24, 34, 44	4	54, 64, 74, 84, 94	14
05, 15, 25, 35, 45	5	55, 65, 75, 85, 95	15
06, 16, 26, 36, 46	6	56, 66, 76, 86, 96	16
07, 17, 27, 37, 47	7	57, 67, 77, 87, 97	17
08, 18, 28, 38, 48	8	58, 68, 78, 88, 98	18
09, 19, 29, 39, 49	9	59, 69, 79, 89, 99	19
10, 20, 30, 40, 50	10	60, 70, 80, 90, 00	20

Відповідно до етапів виконання контрольної роботи (див. табл. 3.1), студент виконує розрахунки та надсилає їх для перевірки на адресу електронної пошти **smzd@i.ua**. Контрольна робота має містити розрахунки та висновки, зроблені на основі отриманих значень показників

Виконана контрольна робота оцінюється у 25 балів. Контрольна робота зараховується, якщо загальна кількість отриманих балів ≥ 15 (тобто $\geq 60\%$ від максимально можливої кількості балів). Якщо кількість балів за контрольну роботу менша за 15 ($< 60\%$), то контрольна робота із зауваженнями викладача повертається студентові для доопрацювання.

Після виправлення помилок контрольна робота повторно подається для перевірки.

4.1 Вибір варіанта поводження з промисловими стічними водами

Послідовність виконання оцінки вибору оптимального варіанту поводження зі стічними водами охоплює такі етапи.

1. Визначити економічність усіх аналізованих варіантів:

$$E = \frac{P}{B}, \quad (4.1)$$

де B – експлуатаційні витрати - витрати на обслуговування процесу очищення, зарплатня, вартість реактивів, вартість води, електроенергії, поточних ремонтів тощо, грн.

P – приведена маса ЗР, ум.т:

$$P = M_i \cdot A_i, \quad (4.2)$$

де M_i – маса ЗР, т;

A_i – показник відносної небезпеки ЗР:

$$A_i = 1 / ГДК_{ЗР}, \quad (4.3)$$

де $ГДК_{ЗР}$ – рибогосподарча ГДК ЗР, мг/дм³.

P – приведена маса ЗР, ум.т.

Визначити ефективність усіх аналізованих варіантів, якщо робота очисних споруд планується на 10 років (відсоткова ставка банківського кредиту дорівнює 0,20):

$$e = \frac{(Y_{відв.} + П - B) \cdot \alpha_t}{K}, \quad (4.4)$$

$Y_{відв.}$ – відвернений збиток, який може бути нанесений НС за час t років, грн.:

$$Y_{відв.} = Y_{num.} \cdot P, \quad (4.5)$$

$Y_{num.}$ – питомий екологічний збиток дорівнює 2217,5 грн./ум.т;

$П$ – прибуток, отриманий від продажу уловленої ЗР, заміни ним

початкової сировини тощо за час t років, грн.;

B – витрати на експлуатацію очисного устаткування, грн.;

K – капітальні витрати: придбання або виготовлення очисного устаткування, контрольно-вимірювальних приладів, монтаж і тощо (одноразові), грн.;

α_t – коефіцієнт дисконтування (приведення різночасових витрат):

$$\alpha_t = \sum (1+T)^{-t} \quad (4.6)$$

T – відсоткова ставка банківського кредиту.

Контрольні запитання

1. Як визначається економічність?
2. Як визначити приведену масу забруднюючої речовини?
3. Як визначається ефективність методу поводження зі стічними водами?
4. Що таке відвернений збиток?
5. Що розуміють під експлуатаційними витратами?
6. Що розуміють під капітальними витратами?

Завдання до контрольної роботи

1. Ознайомитися з послідовністю виконання оцінки для обґрунтування вибору поводження зі стічними водами.

2. До розгляду пропонується 2 варіанти будівництва очисних споруд (для існуючого виробництва) і варіант повного перепрофілювання підприємства. Потужність скиду стічних вод існуючого підприємства, якісний і кількісний склад стічних вод існуючого підприємства для кожного варіанту визначають по табл. 4.1. Потужність скиду стічних вод, якісний і кількісний склад стічних вод перепрофільованого підприємства визначають для кожного варіанту по табл. 4.2. Якісний і кількісний склад стічних вод існуючого підприємства до і після будівництва очисних споруд для кожного варіанту визначають по табл. 4.3. Якісний і кількісний склад стічних вод перепрофільованого підприємства визначають для кожного варіанту по табл. 4.4. Економічні характеристики очисних споруд приведені в табл. 4.5.

3. Зробити висновок щодо оптимального варіанту поводження з промисловими стічними водами.

Таблиця 4.1 – Потужність скиду стічних вод існуючого підприємства, тис.м³/рік, якісний і кількісний склад стічних вод існуючого підприємства

№ варіанту	Потужність скиду СВ	ЗР (табл. 4.3)	№ варіанту	Потужність скиду СВ	ЗР (табл. 4.3)
1	25,0	1,4,7,10,13	11	75,0	11,15,19,3,7
2	30,0	2,5,8,11,14	12	80,0	12,16,20,4,8
3	35,0	3,6,9,12,15	13	85,0	13,17,1,5,9
4	40,0	4,7,10,13,16	14	90,0	14,18,2,6,10
5	45,0	5,8,11,14,17	15	95,0	15,19,3,7,11
6	50,0	6,9,12,15,18	16	100,0	16,20,4,8,12
7	55,0	7,10,13,16,19	17	105,0	17,1,5,9,13
8	60,0	8,11,14,17,20	18	110,0	18,2,6,10,14
9	65,0	9,12,15,18,1	19	115,0	19,3,7,11,15
10	70,0	10,13,16,19,2	20	120,0	20,4,8,12,16

Таблиця 4.2 – Потужність скиду стічних вод, тис.м³/рік, якісний і кількісний склад стічних вод перефільованого підприємства

№ варіанту	Потужність скиду СВ	ЗР (табл. 4.4)	№ варіанту	Потужність скиду СВ	ЗР (табл. 4.4)
1	15,0	1,4,7,10,13	11	65,0	11,15,19,3,7
2	20,0	2,5,8,11,14	12	70,0	12,16,20,4,8
3	25,0	3,6,9,12,15	13	75,0	13,17,1,5,9
4	30,0	4,7,10,13,16	14	80,0	14,18,2,6,10
5	35,0	5,8,11,14,17	15	85,0	15,19,3,7,11
6	40,0	6,9,12,15,18	16	90,0	16,20,4,8,12
7	45,0	7,10,13,16,19	17	95,0	17,1,5,9,13
8	50,0	8,11,14,17,20	18	100,0	18,2,6,10,14
9	55,0	9,12,15,18,1	19	105,0	19,3,7,11,15
10	60,0	10,13,16,19,2	20	110,0	20,4,8,12,16

Таблиця 4.3 – Якісний і кількісний склад виробничих стічних вод існуючого підприємства до і після будівництва очисних споруд

№ з/п	ЗР	Скид ЗР без очисних споруд		Скид ЗР із очисними спорудами, т/рік	
		Витрата ЗР, т/рік	Аі, ум.т/т	1-й варіант очисних споруд	2-й варіант очисних споруд
1	Зважені речовини	41,0	1,33	8,0	9,1
2	Ксантогенат бутиловий	0,8	1000,0	0	0
3	Нітрат амонія	13,3	2,0	2,7	1,5
4	Ціаніди	30,3	20,0	1,5	0,5
5	Фториди	20,0	20,0	4,0	2,0
6	Нітрати	750,0	0,11	500,0	750,0
7	Гідразин	120,4	100	1,5	5,4
8	Акриламид	25,7	2,86	6,9	3,4
9	Алкалсульфонат	71,2	2,0	4,6	2,5
10	Анілін	58,0	10000,0	0,8	1,1
11	Антрахінон	12,7	2,0	3,5	2,6
12	Ацетонитрил	158,0	1,43	12,0	3,4
13	Біомицин	1,8	3,33	0,3	0,7
14	Бромбензол	0,5	10000,0	0,1	0,1
15	Вітамін В2 кормовий	68,2	16,67	21,5	14,3
16	Гідрохінон	1,6	1000,0	1,0	0,6
17	Гліцерин	82,6	1,0	32,0	1,9
18	Декстрамин	51,3	50,0	13,5	10,6
19	Диметилацетамид	6,4	0,83	0,5	0,8
20	Диметилфомамид	3,4	4,0	0,2	0,8
21	Масляна кислота	46,0	33,34	2,5	43,0
25	Малеїновий ангідрид	6,8	100,0	0,5	1,6
26	Метанол	8,4	10,0	2,1	0,4
27	Нітрафен	73,0	11,10	4,2	1,6
28	Полиетиленимин	23,4	1000,0	5,4	2,1
29	Стеарокс 920	3,1	12,5	0,4	0,8
30	Фталева кислота	4,7	0,33	0,4	1,0

Таблиця 4.4 - Якісний і кількісний склад виробничих стічних вод перепрофільованого підприємства

№ з/п	ЗР	Скид ЗР без очищення, мг/дм ³	Скид ЗР після очищення, мг/ дм ³	Аі, ум.т/т
1	Зважені речовини	12,8	0,53	1,33
2	Карбамід	273,8	16,0	0,01
3	Борна кислота	68,5	3,7	10,0
4	Вольфрам (+6)	0,5	0,1	1250,0
5	Нітрит	11,4	0,5	12,5
6	Нітрати	260,3	16,0	0,11
7	Нафтопродукти	16,1	1,65	20,0
8	Діоксид титану	4,9	0,5	1,0
9	Біхромат натрію	3,5	0,02	20,0
12	Залізо (+2)	10,2	0,04	200,0
11	Замаслювач А-1	8,1	0,8	20,0
12	Інгібітор корозії ИКБ-8	51,7	2,9	100,0
13	Інгібітор корозії ИКБ-6-2	38,1	1,2	10000,0
14	Інгібітор корозії ИКБ-2-2	75,3	5,1	200,0
15	Інгібітор корозії ИСБ-500	41,5	4,8	10,0
16	Кадмій (+2)	90,1	2,1	200,0
17	Каніфоль	75,6	2,0	100,0
18	Марганець (+2)	6,9	0,5	20,0
19	Мідь (+2)	82,1	0,5	1000,0
20	Нікель (+2)	41,5	0,5	100,0
21	Сульфат-іон	759,0	300,0	0,01
22	Трилон-Б	46,5	11,0	2,0
23	Хлорид-іон	800,0	250,0	0,003
24	Емульсол-Т	93,1	4,0	1000,0
25	Барвник активний чорний Д	72,0	0,2	10,0
26	Барвник яскраво червоний 5СХ	61,5	0,2	4,0
27	Барвник дисперсний жовтий 2К	81,3	0,2	10,0
28	Барвник дисперсний коричневий	35,0	0,2	16,67
29	Барвник дисперсний синій Д	97,3	0,2	500,0
30	Барвник золотисто-жовтий ЖХП	83,6	0,2	2,0

Таблиця 4.5 – Економічні характеристики очисних споруд

Економічні характеристики	Очисні споруди		
	(1-й варіант)	(2-й варіант)	на перепрофільованому підприємстві
Капітальні вкладення, тис. грн.	20000	23000	31000
Поточні витрати при очищенні СВ, грн./тис.м ³	1040	1135	1200

Приклад розрахунку

На підприємстві утворюються СВ в обсязі 9000 м³/рік та місяць такі ЗР:

зважені речовини – 30 мг/дм³;

нафтопродукти – 0,5 мг/дм³;

нікель – 1,5 мг/дм³.

Для очищення СВ запропоновані два варіанти очисних споруд з такими характеристиками:

	1-й варіант очисних споруд	2-й варіант очисних споруд
Концентрації ЗР після очистки, мг/дм ³		
зважені речовини	1	5
нафтопродукти	0,1	0,05
нікель	0,75	0,85
Витрати на очисні споруди		
Вартість очисних споруд, тис. грн.	200	250
Поточні витрати, грн./тис. м ³	90	87

Робота очисних споруд планується на 6 років (відсоткова ставка банківського кредиту дорівнює 0,15):

Необхідно порівняти різні варіанти очисних споруд на основі розрахунку показників ефективності та економічності способів очищення СВ.

Для переводу мас ЗР в умовні одиниці необхідно визначити за формулою (4.3) показник відносної небезпеки ЗР.

$$A_{зр} = 1/0,75 = 1,33$$

$$A_{нп} = 1/0,05 = 20,0$$

$$A_{Ni} = 1/0,01 = 100.$$

Далі за формулою (4.2) визначимо приведені маси ЗР, які у підсумку дорівнюватимуть ефекту від очищення СВ (P):

1-й варіант очисних споруд	2-й варіант очисних споруд
$P_{зр} = (30 - 1) \cdot 9000 \cdot 1,33 = 0,347 \text{ т}$	$P_{зр} = (30 - 5) \cdot 9000 \cdot 1,33 = 0,299 \text{ т}$
$P_{нн} = (0,5 - 0,1) \cdot 9000 \cdot 20 = 0,072 \text{ т}$	$P_{нн} = (0,5 - 0,05) \cdot 9000 \cdot 20 = 0,081 \text{ т}$
$P_{Ni} = (1,5 - 0,75) \cdot 9000 \cdot 100 = 0,675 \text{ т}$	$P_{Ni} = (1,5 - 0,85) \cdot 9000 \cdot 100 = 0,585 \text{ т}$
$\Sigma_1 = 1,094 \text{ ум.т}$	$\Sigma_2 = 0,965 \text{ ум.т}$

За формулою (4.1) розрахуємо економічність двох способів очищення стічних вод підприємства:

$$E_1 = \frac{1,094}{90 \cdot 9} = 0,0014 \text{ ум.т/грн.}$$

$$E_2 = \frac{0,965}{87 \cdot 9} = 0,0012 \text{ ум.т/грн.}$$

Далі визначимо ефективність способів очистки. Для цього за формулою (4.6) визначимо коефіцієнт дисконтування:

$$\alpha_t = \sum_{t=1}^6 (1 + 0,15)^{-t} = 4,69.$$

За формулою (4.5) визначимо відвернений збиток:

$$V_{відв.1} = 2217,5 \cdot 1,094 = 2425,95 \text{ грн.}$$

$$V_{відв.2} = 2217,5 \cdot 0,965 = 2139,89 \text{ грн..}$$

Отже, за формулою (4.4) визначимо ефективність роботи очисних споруд:

$$e_1 = \frac{(2425,95 - 810) \cdot 4,69}{200000} = 0,038,$$

$$e_2 = \frac{(2139,89 - 783) \cdot 4,69}{250000} = 0,025.$$

Бачимо, що за показниками економічності та ефективності переважає перший варіант очисних споруд.

5 ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ СТУДЕНТІВ

Під час вивчення дисципліни «Сучасні технології захисту довкілля» проводиться *поточний* та *підсумковий* контроль знань та вмінь студента.

Проведення поточного контролю здійснюється наступним чином:

- перевірка контрольної роботи, яка виконується у міжсесійний період;
- перевірка знань та вмінь студента під час аудиторних занять протягом заліково-екзаменаційної сесії.

Проведення підсумкового контролю проводиться на основі накопиченої (інтегральної) суми балів, яку отримав студент по підсумках поточного контролю та за підсумками семестрового контролю (іспит).

Контроль самостійної роботи студентів заочної форми навчання виконується на базі модульно-накопичувальної системи організації навчання та організується у відповідності з Положенням про організацію поточного та підсумкового контролю знань студентів заочної форми навчання ОДЕКУ. Підсумковим контролем є **іспит**.

Модульно-накопичувальна система оцінки знань студентів заочної форми навчання включає:

- **Систему оцінювання самостійної роботи студента (СРС) у міжсесійний період (ОМ).**

Вона передбачає перевірку контрольної роботи, яку студенти виконують у міжсесійний період. Кількісна оцінка за цей вид роботи визначається з урахуванням терміну надання роботи на перевірку (протягом навчального року, перед початком заліково-екзаменаційної сесії, безпосередньо перед датою контролюючого заходу), обсягу виконання роботи та глибини розкриття наданих завдань, а також оформлення роботи.

Максимальний бал, що може одержати студент за міжсесійну контрольну роботу, становить 50 балів (100%).

- **Систему оцінювання самостійної роботи студента (СРС) під час заліково-екзаменаційної сесії (ОЗЕ).**

Для оцінки ступеня засвоєння основних положень теоретичних розділів дисципліни під час самостійної роботи передбачається **тестовий контроль** з питань, що були включені до завдань на самостійну роботу. Максимальна оцінка за тестовий контроль на початку аудиторних занять становить **25 балів** (100%).

До суми балів, що студент отримує під час заліково-екзаменаційної сесії (ОЗЕ) входить оцінка виконання студентом **практичних робіт**. При цьому враховується ритмічність роботи студента на протязі занять (присутність його на заняттях за розкладом); якість розрахунків та

графічних побудов, достовірність отриманих висновків; оцінка захисту окремих розділів та завдань у цілому.

Максимальна оцінка за практичні роботи становить **25 балів** (100%).

• **Систему накопичувальної підсумкової оцінки (ПО) засвоєння студентами початкової дисципліни.**

Студент вважається допущеним до підсумкового контролю (ОПК) з конкретної навчальної дисципліни, якщо він виконав всі види робіт поточного контролю (ОМ+ОЗЕ), передбачені робочою навчальною програмою дисципліни і набрав за накопичувальною системою суму балів не менше 50% від максимально можливої за дисципліну.

Студент, який не має на початок заліково-екзаменаційної сесії заборгованості, складає письмовий іспит.

Екзаменаційний білет формується з 20 тестових завдань закритої форми з запропонованими відповідями, з яких вибирають одну правильну.

Накопичена підсумкова оцінка у % засвоєння студентами дисципліни складається з оцінки накопиченої у міжсесійний період, під час заліково-екзаменаційної сесії й складання іспиту та розраховується як:

$$ПО = 0,5ОПК + 0,25(ОМ + ОЗЕ) (\%)$$

ОПК – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) заходу підсумкового контролю;

ОЗЕ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) заходів контролю СРС під час проведення аудиторних занять;

ОМ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) заходів контролю СРС у міжсесійний період.

Загальна кількісна оцінка з дисципліни є усередненою між кількісною оцінкою поточних контролюючих заходів та кількісною оцінкою семестрового контролюючого заходу (іспиту) і виставляється заліково-екзаменаційні відомості. Відповідність отриманої підсумкової оцінки (ПО) національній та ECTS шкалам представлена у табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Оцінювання за різними шкалами

Сума балів ПО	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	задовільно
60-63	E	
35-59	FX	незадовільно

Одержана накопичена підсумкова оцінка виставляється викладачем у відомість обліку успішності встановленого зразка.

Перелік базових знань

1. Концепція запобігання забрудненню.
2. Класифікація методів захисту довкілля.
3. Оцінка ефективності природоохоронних технологій.
4. Зниження впливу господарської діяльності на атмосферу.
5. Новітні технологічні прийоми запобігання забрудненню атмосфери.
6. Принципова схема очищення викидів.
7. Запобігання забрудненню атмосфери від автотранспорту.
8. Утилізація небезпечних відходів.
9. Класифікації методів очищення стічних вод.
10. Механічні методи очищення.
11. Хімічні основи знешкодження забруднюючих речовин. Реакція нейтралізації.
12. Фізико-хімічні основи відділення забруднюючих речовин.
13. Біохімічне знешкодження забруднювальних речовин.

Додатки
Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Навчально-консультаційний центр заочної освіти

Контрольна робота № _____

по Сучасним технологіям захисту довкілля варіант _____

(назва дисципліни)

студент _____ курсу, спеціальність _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

Студентський квиток № _____

Електронна адреса _____

« _____ » _____ 20__ р.

П.І.Б студента	Дата отримання завдання для СРС	Дати виконання етапів КР по РП		П.І.Б. та підпис викладача
	НКЦ/кафедра/викладач/Інтернет	Дати фактичного виконання		
		1.03	1.04	

Дата реєстрації контрольної роботи в НКЦ _____

Дата реєстрації контрольної роботи на кафедрі _____

Результати оцінювання контрольної роботи викладачем за шкалою ВНЗ, національної шкалою та шкалою ECTS

ЗБІРНИК
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК
до організації самостійної роботи, виконання контрольної роботи
та практичних робіт
з д и с ц и п л і н и
"Сучасні технології захисту довкілля"

Укладачі: к.геогр.н., доц. Приходько В.Ю.,
к.х.н., доц. Шаніна Т.П.

Підп. до друку
Умовн. друк. арк.

Формат
Тираж

Папір
Зам. №

Надруковано з готового оригінал-макета

Одеський державний екологічний університет
65016, Одеса, вул.Львівська, 15
