



Технологічні рішення екологічно безпечного виробництва Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Електрохімічні технології неорганічних і органічних матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>2 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік усний</i>
Розклад занять	<i>Лекція 4 години на тиждень (2 пари) за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доцент Фроленкова Світлана Василівна, svetlana.frolenkova@gmail.com, телеграм: Svetlana Frolenkova</i>
Розміщення курсу	<i>Платформа Moodle (https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4137)</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

При вивченні дисципліни викладаються загальні аспекти потенціальної екологічної небезпеки гальванічного виробництва з точки зору її впливу на водний та рослинний світ, теплокровних тварин та людину. Розглядаються та аналізуються шляхи утворення газоподібних, рідких та твердих відходів і методи їх знешкодження. Приводяться приклади ГДК хімічних речовин, що використовуються у виробництві, та кількісні критерії екологічної небезпеки гальванічних технологій. Описуються механічні та сорбційні методи очищення стічних вод, механізми процесів і сфери їх застосування. Показані технологічні схеми очистки та апаратура для їх реалізації.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей:

- застосовувати знання у практичних ситуаціях;*
- знання та розуміння предметної області і професійної діяльності;*
- навички здійснення безпечної діяльності ;*
- продемонструвати знання і розуміння основних фактів, концепцій, принципів і теорій, що належать до хімічної технології та інженерії;*
- здатність використовувати методи спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та промислової продукції.*

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- класифікації методів очищення стічних вод від токсичних сполук, їх переваги та недоліки;*
- типових технологічних схем процесів очищення стічних вод від токсичних сполук;*

- основних способів регенерації відпрацьованих електролітів;
- методів знешкодження газоподібних відходів гальванічного виробництва;
- шляхів утилізації твердих і рідких відходів гальванічного виробництва.

уміння:

- обґрунтувати вибір схеми і конкретних технологій очищення стічних вод з урахуванням специфіки гальванічного процесу і умов діяльності підприємства;
- визначити міри для подовження терміну служби електролітів і способи регенерації відпрацьованих розчинів;
- використовувати одержані знання для оцінки рівня та впровадження нових розробок в галузі очищення стічних вод і створення екологічно безпечного гальванічного виробництва;
- визначення екологічно небезпечних факторів гальванічного виробництва та загальних напрямків зменшення їх негативного наслідків.

досвід:

- використання отриманих знань та навичок при плануванні та роботі технологічних ліній гальванічних виробництв..

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Зазначається перелік дисциплін, знань та умінь, володіння якими необхідні студенту для успішного засвоєння дисципліни:

Загальна та неорганічна хімія.	Класи хімічних сполук та їх властивості.
Органічна хімія	Класифікація органічних сполук; їх властивості та способи отримання.
Фізика	Фізичні властивості рідин, газів та твердих речовин. Температурні залежності переходу речовин з одного стану в інший.
Матеріалознавство	Корозійно стійкі матеріали та сплави для виготовлення обладнання хімічних виробництв
Процеси та апарати хімічних технологій	Конструкції та будова апаратів і приладів, що використовуються на різних стадіях технологічного процесу в хімічному виробництві

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. Екологічно небезпечні фактори гальванічного виробництва і джерела їх утворення.

Тема 1.1. Екологічна безпека гальванотехніки і шляхи її зниження.

Вплив гальванічного виробництва на екологічний стан довкілля. Рідкі, тверді та газоподібні відходи гальванічного виробництва. ГДК сполук важких металів та інших екологічно небезпечних речовин в різних середовищах. Основні напрямки підвищення екологічної безпеки гальванічного виробництва.

Тема 1.2. Промивання деталей в гальванічному виробництві. Утворення стічних вод.

Характеристика способів промивки деталей в гальванічному виробництві. Розрахунки витрат води на промивні операції. Технологічні схеми промивки деталей. Розрахунки концентрацій

речовин у промивних водах. Нормування питомого винесення електроліту з гальванічних ванн та граничної концентрації речовини в останньому ступені промивки.

РОЗДІЛ 2. Очищення стічних вод гальванічного виробництва від органічних, неорганічних речовин та дисперсних частинок

Тема 2.1. Класифікація і вибір методів очищення стічних вод. Реагентні методи.

Класифікація стічних вод та методів їх очистки. Механічна очистка води від завислих речовин. Реагентні методи очистки розчинів від домішок важких металів. Феритний спосіб видалення металів з розчинів. Окисно – відновлювальні процеси реагентної очистки стічних вод. Технологічна схема реагентної очистки стічних вод.

Тема 2.2. Сорбційні та мембранні методи очистки розчинів від молекулярних та іонних домішок.

Основні поняття про процеси сорбції розчинених речовин. Методи адсорбції та рідинної екстракції домішок із розчинів. Іонообмінний метод очистки стічних вод. Обмінна ємність іонітів. Регенерація іонітів та утилізація виділених речовин. Мембранні методи очистки води. Метод зворотного осмосу. Технологічні схеми очистки розчинів методом зворотного осмосу. Вплив технологічних параметрів зворотного осмосу на швидкість фільтрування. Причини руйнування мембран.

Тема 2.3. Електрохімічні методи очистки стічних вод.

Теоретичні основи методу електродіалізу. Принципова схема електродіалізатора. Переваги та недоліки методу. Схема перебігу електродіалізу в багатокамерному апараті. Типи іонообмінних мембран та їх основні характеристики. Види масопереносу в електродіалізі. Метод електрокоагуляції. Електродні реакції та фізико-хімічні процеси коагуляції. Типи електрокоагуляційних установок. Метод гальванокоагуляції. Теоретичні основи методу електрофлотації. Загальні принципи та відмінності методів електрокоагуляції та електрофлотації.

РОЗДІЛ 3. Організація екологічно безпечного гальванічного виробництва.

Тема 3.1. Уловлення та знешкодження шкідливих газоподібних відходів гальванічного виробництва.

Теоретичні основи процесів електроекстракції та цементації металів. Умови використання та шляхи підвищення ефективності цих процесів для очистки стічних вод. Мокрі та сухі методи уловлення та знешкодження шкідливих газів. Каталітичні методи. Високотемпературне спалення вуглецевовмісних газів. Особливості катодного осадження металів із розведених розчинів. Способи прискорення процесів електроекстракції та підвищення ступеню очистки розчинів.

Тема 3.2. Регенерація відпрацьованих електролітів гальванічного виробництва.

Подовження терміну експлуатації електролітів. Класифікація методів регенерації електролітів. Регенерація розчинів знежирення і травлення. Причини виходу з ладу електролітів. Джерела забруднення електролітів. Коректування електролітів та очистка від шкідливих домішок. Способи регенерації хромвмісних розчинів. Регенерація розчинів у виробництві друкованих плат.

Тема 3.3. Організація екологічно безпечного гальванічного виробництва. Утилізація відходів гальванічного виробництва.

Вибір технологій, що запобігають утворенню забруднень довкілля. Утилізація відходів гальванічного виробництва. Заміна ціаністих та інших комплексних сполук, обмеження застосування сполук хрому та кадмію в гальванотехніці. Методи аналізу стічних вод.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. *Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник / А.К. Запольський, М.А. Мішкова-Клименко, І.М. Астрелін та ін.- К.: Лібра, 2000.- 552 с.*
2. *Гибкие автоматизированные гальванические линии: Справочник / В.Л.Зубченко В.И.Захаров, В.М.Рогов и др.; под. ред. В.Л.Зубченко.- М.: Машиностроение, 1989.- 672 с.*
3. *Запольский А.К., Образцов В.В. Комплексная переработка сточных вод гальванического производства. - К.: Техніка, 1989.- 199 с.*
4. *Смирнов Д.Н., Генкин В.Е. Очистка сточных вод в процессах переработки металлов.- М.: Металлургия, 1989.-224 с.*
5. *Гальванические покрытия в машиностроении. Справочник в 2-х томах / под ред. М.А.Шлугера, А.Д.Тока. – М. – Машиностроение, 1985, т.2. – 248 с.*

Допоміжна

1. *Антропов Л.І. Теоретична електрохімія.- М.: Либідь, 1993.-544 с.*
2. *Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство / под ред. В.Н.Кудрявцева. – М.: Глобус, 2002.- 352 с.*
3. *Костин Н.А., Кублановский В.С., Заблудовский В.А. Импульсный электролиз. – К.: Наукова думка, 1989.- 168 с.*
4. *Пилипенко А.Г., Вахнин И.Г., Гороновский И.Т. Комплексная переработка минерализованных вод. – К.: Наукова думка, 1984.- 284 с.*
5. *Окулов В.В. Цинкование. Техника и технология. /Под редакцией проф.. В.Н.Кудрявцева. – М.: Глобус, 2008. – 252 с.*
6. *Мельников П.С. Справочник по гальванопокрытиям в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1979.- 296с.*
7. *Ротинян А.Л., Тихонов К.И., Шошина И.А. Теоретическая электрохимия / под ред. А.Л. Ротиняна. – Л.: Химия, 1981.- 424 с.*
8. *Ровенский А.И., Гурьев В.С, Бородин. В.И. Защита атмосферы от промышленных загрязнений. – К.: Будівельник, 1985.-152 с.*
9. *Ильин В.А. Химические и электрохимические процессы в производстве печатных плат.- Библиотечка гальванотехника, Приложение к журналу «Гальванотехника и обработка поверхности», Вып.2 – М.,1994.-142 с.*
10. *Виноградов С.С. Организация гальванического производства. Оборудование, расчет производства, нормирование. / Под.ред. В.Н.Кудрявцева. – М.: Глобус, 2002. – 208 с.*

Інформаційні ресурси

1. *Екологічна безпека гальванотехніки. Частина 1. Стічні води. Механічна та сорбційна очистка. Донченко М.І., Фроленкова С.В., Мотронюк Т.І.Електронний ресурс : підручник для студ. кваліфікації 2146.2 – інженер – технолог (хімічні технології) та 2149.2 – інженер-дослідник (хімічні технології) спеціалізації «Електрохімічні технології неорганічних та органічних матеріалів».- Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018.–202 с.
Доступ: <http://ela/kpi.ua/handle/123456789/16114>*

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Вичитування лекцій з дисципліни проводиться паралельно з розглядом студентами питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій застосовуються засоби для відео конференцій Zoom та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені на платформі Sikorsky-distance. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Дата	Опис заняття
1	31 січня - 6 лютого 2022р.	Розділ 1. Тема 1.1. Вплив гальванічного виробництва на екологічний стан довкілля. Рідкі, тверді та газоподібні відходи гальванічного виробництва. ГДК сполук важких металів та інших екологічно небезпечних речовин в різних середовищах. Основні напрямки підвищення екологічної безпеки гальванічного виробництва. Тема 1.2. Характеристика способів промивання деталей в гальванічному виробництві. Розрахунки витрат води на промивні операції. Технологічні схеми промивки деталей. Розрахунки концентрацій речовин у промивних водах.
2	7 – 13 лютого 2022р.	Розділ 2. Тема 2.1. Класифікація стічних вод та методів їх очистки. Механічна очистка води від завислих речовин. Реагентні методи очищення розчинів від домішок важких металів.
3	14 - 20 лютого 2022 р.	Продовження теми 2.1: Феритний спосіб видалення металів з розчинів. Окисно – відновлювальні процеси реагентної очистки стічних вод. Технологічна схема реагентної очистки стічних вод. Тема 2.2. Основні поняття про процеси сорбції розчинених речовин. Методи адсорбції та рідинної екстракції домішок із розчинів.
4	21 - 27 лютого 2022 р.	Продовження теми 2.2: Іонообмінний метод очистки стічних вод. Обмінна ємність іонітів. Регенерація іонітів та утилізація виділених речовин. Мембранні методи очистки води. Метод зворотного осмосу. Технологічні схеми очистки розчинів методом зворотного осмосу.
5	28 лютого – 6 березня 2021 р.	Тема 2.3. Електрохімічні методи очищення стічних вод. Теоретичні основи методу електродіалізу. Принципова схема електродіалізатора. Переваги та недоліки методу. Метод електрокоагуляції. Електродні реакції та фізико-хімічні процеси коагуляції. Типи електрокоагуляційних установок.
6	9– 13 березня 2021 р.	Продовження теми 2.3: Метод гальванокоагуляції. Теоретичні основи методу електрофлотації. Загальні принципи та відмінності методів електрокоагуляції та електрофлотації.
7	14 - 20 березня 2022 р.	Розділ 3. Тема 3.1. Уловлення та знешкодження шкідливих газоподібних відходів гальванічного виробництва. Теоретичні основи процесів електроекстракції та цементації металів. Умови використання та шляхи підвищення ефективності цих процесів для очистки стічних вод. Мокрі та сухі методи уловлення та знешкодження шкідливих газів. Каталітичні методи. Високотемпературне спалення вуглецевмісних газів.

8	21 - 27 березня 2022 р.	Тема 3.2. Регенерація відпрацьованих електролітів гальванічного виробництва. Подовження терміну експлуатації електролітів. Класифікація методів регенерації електролітів. Регенерація розчинів знежирення і травлення.
9	28 березня – 3 квітня 2022 р.	Тема 3.3. Організація екологічно безпечного гальванічного виробництва. Утилізація відходів гальванічного виробництва. Вибір технологій, що запобігають утворенню забруднень довкілля.

Лабораторний практикум не передбачений навчальним планом

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу та підготовку до заліку. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Повторення лекційного матеріалу	2 – 3 години на тиждень
Підготовка до заліку	4 години

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекції проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський та у форматі відеоконференції Zoom. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, у форматі відеоконференцій Zoom. Відвідування лекцій є обов'язковим.

На початку кожної лекції проводиться опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms). Перед початком чергової теми лектор може надсилати питання із застосуванням інтерактивних засобів з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою та підвищення зацікавленості.

Політика дедлайнів та перескладань: визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського

Політика щодо академічної доброчесності: визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Види контролю встановлюються відповідно до Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського:

1. Поточний контроль: опитування на лекціях .
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: усний залік.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 60 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- опитування на лекціях (8 тем занять);
- написання конспекту.

2. Критерії нарахування балів:

Опитування на лекціях проводиться у вигляді тестування. Максимально можливий бал – 10 балів. Кількість тестувань протягом семестру – 6.

3. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю є виконання всіх запланованих на цей час робіт (на час календарного контролю).

4. **На заліку** студенти виконують тестову роботу. Кожен варіант містить 40 питань, кожне з яких оцінюється в 1 бал.

Система оцінювання питань - вибір однієї правильної відповіді за яку нараховується 1 бал. Максимальна сума балів, яку студент може набрати протягом семестру, складає 60 балів:

$$RC = 6r_{ол} = 60 \text{ балів}$$

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- Перелік тестових запитань наведені на платформі *Sikorsky-distance*.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри Технології електрохімічних виробництв,

к.т.н., доц. Фроленковою С.В.

Ухвалено кафедрою Технології електрохімічних виробництв (протокол № 13 від 28.06.2021р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 23.06.2021 р.)