



СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ



«Електроємбранні процеси. Теорія і практика»

Шифр та назва спеціальності	161 – Хімічні технології та інженерія	Факультет / Інститут	ННІ хімічних технологій та інженерії
Назва освітньо-наукової програми	Хімічні технології та інженерія	Кафедра	Технічна електрохімія

ВИКЛАДАЧ



Байрачний Борис Іванович, bb-i@ukr.net

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри технічної електрохімії НТУ «ХПІ». Досвід роботи – 60 років. Автор понад 350 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Теоретична електрохімія», «Технологія, обладнання і проектування електрохімічних виробництв», «Хімічні джерела струму в сучасних енерготехнологіях», «Основи розробки перспективних хімічних джерел струму»

ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ДИСЦИПЛІНУ

Анотація	Дисципліна спрямована на опанування механізму і кінетики електроємбранних процесів, технологічних показників електрохімічних апаратів із застосуванням у якості розділових перегородок – мембран. Висвітлені: сучасні мембранні матеріали; принципи розробки моно і біполярних мембран, особливості застосування мембран в електрохімічних технологіях.
Мета та цілі	Сформувані уявлення про: вплив мембран на перебіг процесів в електролізі, принципи розробки моно і біполярних мембран. Визначити закономірності керування електрохімічними процесами за рахунок застосування іонообмінних мембран.
Формат	Лекції, лабораторні роботи, консультації. Підсумковий контроль - іспит
Результати навчання	Вміти оцінити можливість застосування іонообмінних мембран, можливості керування електрохімічними процесами за рахунок застосування іонообмінних мембран. Володіти методами дослідження мембранних процесів, навичками їх застосування в електрохімічних апаратах.
Обсяг	Загальний обсяг дисципліни 150 год.: лекції – 20 год., лабораторні роботи – 30 год., самостійна робота – 100 год.
Пререквізити	Електрохімія гетерогенних систем, Методи дослідження електродних процесів
Вимоги викладача	Аспірант зобов'язаний відвідувати всі заняття згідно розкладу, не спізнюватися. Для виконання лабораторних робіт необхідно мати: лабораторний халат, лабораторний журнал. На кожне заняття аспірант одержує завдання для самостійної роботи, на початку кожного заняття перевіряється рівень засвоєння матеріалу, виділеного на самостійне вивчення. Аспірант повинен вміти опрацювати наукову інформацію, вміти її аналізувати, робити узагальнення та використовувати в контексті свого наукового дослідження. При пропуску лекційних занять студент повинен сам опрацювати матеріал. Рівень набутих результатів навчання визначається за результатами усної співбесіди за темою пропущеного заняття. При пропуску лабораторних занять, вони відпрацьовуються після одержання допуску викладача. Підсумковий контроль за навчальною дисципліною проводиться за розкладом. Особова присутність

аспіранта обов'язкова.

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

Лекція 1	Основи мембранного електролізу.	Лабораторна робота 1	Дослідження набухання мембран.	Самостійна робота	Застосування мембранного електролізу для обробки рідин.
Лекція 2	Мембранні процеси розділення	Лабораторна робота 2	Кінетика електродіалізу.		Процеси розділення на поруватих мембранах.
Лекція 3	Модельні уявлення про перенос струму в мембранах				Температурний режим мембран.
Лекція 4	Модельні уявлення про масо перенос в мембранах	Лабораторна робота 3	Концентраційні профілі в мембранах.		Робота іонітів в іонообмінній колонні.
Лекція 5	Перспективні напрями мембранного електролізу.	Лабораторна робота 4	Мембранний електроліз водного розчину хлориду натрію.		Мембранний електроліз з отриманням органічних сполук.
Лекція 6	Електролізери з іонообмінної мембраною.				Баланс напруги мембранного електролізу.
Лекція 7	Технологія виробництва хлору і лугів мембранним методом.				Мембранний електроліз під підвищеним тиском.
Лекція 8	Особливості розробки, створення і експлуатації мембранних виробництв.	Лабораторна робота 5	Мембранний електроліз води.		Основні технічні рішення при переводі діючих хлорних виробництв на мембранний метод.
Лекція 9	Основні напрями та перспективи розвитку мембранного електролізу.				Мембранні процеси з деполяризацією електродів.
Лекція 10	Мембранні процеси в зворотному осмосі				Технологія мембран для зворотного осмосу.

ЛІТЕРАТУРА ТА НАВЧАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

Основна

1. Байрачний Б.І., Тульський Г.Г., Штефан В.В., Токарева І.А. Технічна електрохімія: підручник у 5 ч. –Ч 5: Сучасні хімічні джерела струму, електроліз розплавів, електросинтез хімічних речовин. Харків: Вид-во НТУ “ХПІ”, 2016. – 272 с
2. Байрачний Б.І. Технічна електрохімія: підручник : у 5 ч. Ч. 5: Сучасні хімічні джерела струму, електроліз розплавів, електросинтез хімічних речовин. Харків : Підручник НТУ “ХПІ”, 2016
3. Handbook of Industrial Membrane Technology. by Mark C. Porter. Published in the United States of America by Noyes Publications. 2012, 604 p.
4. BATTERIES AND FUEL CELLS. / Chemical Reviews / – Vol. 104, – Is. 10, 2004. 4886 p.

Додаткова

1. Мазанко А.Ф. Промышленный мембранный электролиз. – Химия, 1998. 240 с.
2. Conway B.E., et al., (eds.) Modern Aspects of Electrochemistry v.34 (Kluwer, 2002)(Т)(296s)
3. Горбачов А.К. Технічна електрохімія. Ч.1: Електрохімічні виробництва хімічних продуктів: Підручник – Харків: Прапор, 2002. – 254 с.

ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ІСПИТУ

Селективні мембранні електроди. Колекторні мембрани. Мембрани та апарати для електрохімічного синтезу речовин. Твердополімерні мембрани для батарей хімічних джерел струму та паливних елементів.

Іонообмінні мембрани в процесах електролізу. Основні процеси мембранного електролізу. Мембранний електроліз з отриманням неорганічних речовин. Застосування мембранного електролізу для обробки рідин. Іонообмінні мембрани, що застосовуються при електролізі. Склад і основні характеристики іонообмінних мембран. Технологію виготовлення і перевірки мембран особливості експлуатації іонообмінних мембран. Процеси розділення на поруватих мембранах.

Анодні процеси мембранного електролізу. Катодні процеси мембранного електролізу. Процеси масопереносу через іонообмінні мембрани при електролізі. Вихід за струмом. Особливості роботи мембран в електролізері. Температурний режим мембран. Робота іонітів в іонообмінній колонні. Електролізери з іонообмінною мембраною. Хлорні електролізери з іонообмінною мембраною. Струми витоку в мембранних електролізерах. Удосконалення конструкцій мембранних електролізерів. Мембранний електроліз з отриманням органічних сполук. Особливості експлуатації мембранних електролізерів. Баланс напруги мембранного електролізу.

Виробництво хлору і гідроксиду натрію. Електроліз. Приготування і очищення розсолу. Видалення хлору і переробка аноліту. Випарювання. Кооперування мембранного електролізу з іншими методами виробництва. Мембранний електроліз під підвищеним тиском. Виробництво гідроксиду калію. Отримання технічного гідроксиду калію. Отримання гідроксидів високої чистоти.

Вимоги до конструювання мембранних електролізерів. Основні проектні рішення у виробництві хлору і соди каустичної мембранним методом. Розміщення стадій в мембранному виробництві. Основні технічні рішення при переводі діючих хлорних виробництв на мембранний метод. Особливості експлуатації мембранних електролізерів.

Техніко-економічні аспекти мембранного методу електролізу. Напрями удосконалення показників мембран. Удосконалення електролізерів і режиму їх експлуатації. Електрохімічні процеси з використанням твердого полімерного електроліту. Мембранні процеси з деполяризацією електродів. Перспективи розвитку мембранного методу електролізу.

Склад, структура, властивості і застосування мембран для зворотного осмосу. Технологія мембран для зворотного осмосу. Сучасні методи одержання заряджених мембран для зворотного осмосу.

ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ

Лабораторний практикум укомплектовано наступним устаткуванням: потенціостат-гальваностат Р-45Х, потенціостат-гальваностат МТех PGP-550М, обертовий дисковий електрод, рН-метр-мілівольтметр рН-150МА, джерела стабілізованого струму, цифрові вольт-амперометри, змішувач «Micromed», набір лабораторного посуду, персональні обчислювальні машини.

СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ

Розподіл балів для оцінювання успішності аспіранта	Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	Нарахування балів
	90-100	A	відмінно	
	82-89	B	добре	
	74-81	C		
	64-73	D	задовільно	
	60-63	E		
	35-59	FX		
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни		

Бали нараховуються за наступним співвідношенням:

- лабораторні роботи: 40% семестрової оцінки;
- самостійна робота: 20% семестрової оцінки;
- іспит: 40% семестрової оцінки

НОРМИ АКАДЕМІЧНОЇ ЕТИКИ

Аспірант повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при нерозв'язності конфлікту доводиться до співробітників відділу аспірантури.

Силабус за змістом повністю відповідає робочій програмі навчальної дисципліни