МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ

імені адмірала Макарова

Машинобудівний навчально-науковий інститут

(повна назва підрозділу)

Експлуатація суднових енергетичних установок та теплоенергетика

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної роботи

_____ Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

" Мембрані технології підготовки рідких та газоподібних середовищ "

" Membrane technologies for the preparation of liquid and gaseous media "

рівень вищої освіти _____перший, бакалаврський_____

перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

тип дисципліни _____вибіркова_____

обов'язкова/вибіркова

мова(и) викладання _____українська_____

українська/англійська

Миколаїв – 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Мембрані технології підготовки рідких та газоподібних середовищ»/ «Membrane technologies for the preparation of liquid and gaseous media»
"12" 30 05 2024 року. 13 с.
Розробник(и): Семенов Микола Миколайович, доцент.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Мембрані технології підготовки рідких та газоподібних середовищ»/ «Membrane technologies for the preparation of liquid and gaseous media» розглянуто на засіданні кафедри ЕСЕУ та ТЕ
Протокол № 12 від «30» 05 2024 р.

В.о. завідувача кафедри Богдан ЛИЧКО

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Мембрані технології підготовки рідких та газоподібних середовищ»/ «Membrane technologies for the preparation of liquid and gaseous media» розглянуто Навчально-методичною радою Машинобудівного навчально-наукового інституту
Протокол № 3 від «10» 06 2024 р.

Голова Сергій СЕРБІН

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Мембрані технології підготовки рідких та газоподібних середовищ»/ «Membrane technologies for the preparation of liquid and gaseous media»погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Мембрані технології підготовки рідких та газоподібних середовищ»/ «Membrane technologies for the preparation of liquid and gaseous media»затверджено Навчально-методичною радою НУК
Протокол № 5 від «26» 06 2024 р.

Голова НМР НУК Сергій СЛОБОДЯН

© НУК, 2024

ЗМІСТ

Вступ 4
1. Опис навчальної дисципліни 5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни 6
3. Передумови для вивчення дисципліни 6
4. Очікувані результати навчання 6
5. Програма навчальної дисципліни 7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування 10
7. Форми поточного та підсумкового контролю 11
8. Критерії оцінювання результатів навчання 12
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна 12
10. Рекомендовані джерела інформації 13

ВСТУП

Анотація

Дисципліна належить до вибіркових компонентів освітньо-професійної програми. Мембранні технології – це відносно нові і високоефективні методи розділення сумішей на компоненти, які можуть застосовуватися як для рідких, так і для газоподібних систем. Порівняно з традиційними методами розділення, мембранні методи мають ряд переваг, зокрема, таких як висока ефективність розділення, відсутність реагентів, відносно низькі затрати енергії, простота обладнання. Такі переваги цих процесів обумовили їх широке використання в різних галузях промисловості, а також для охорони навколишнього середовища. Розповсюдження мембранних процесів в останні роки та невирішені проблеми висувають потребу зазначених галузей промисловості в фахівцях, які володіють компетенціями щодо проектування, експлуатації та модернізації мембранних процесів та обладнання та здатні вирішувати нагальні проблеми цієї галузі.

Ключові слова: мембрані технології, мембрані процеси, рідкі та газоподібні системи, мембранні установки, осмос, ультрафільтрація, електромембранні процеси.

Abstract

The discipline belongs to the selective components of the educational and professional program. Membrane technologies are relatively new and highly effective methods of separating mixtures into components, which can be used for both liquid and gaseous systems. Compared to traditional separation methods, membrane methods have a number of advantages, in particular, such as high separation efficiency, absence of reagents, relatively low energy costs, and simplicity of equipment. Such advantages of these processes determined their wide use in various industries, as well as for environmental protection. The spread of membrane processes in recent years and unsolved problems raise the need of these industries for specialists who have the competences in the design, operation and modernization of membrane processes and equipment and are able to solve the urgent problems of this industry.

Keywords: membrane technologies, membrane processes, liquid and gaseous systems, membrane installations, osmosis, ultrafiltration, electromembrane processes.

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань,
спеціальність
(освітня програма),
освітній рівень</td><td colspan="2">Характеристика
навчальної
дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна
форма
навчання</td><td>заочна
форма
навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 5</td><td rowspan="3">Галузі знані

Усі галузі знань</td><td colspan="2">Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Модулів – 1</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 3</td><td>4-й</td><td>4-й</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Електронний адрес РПНД
на сайті Університету</td><td rowspan="7">Спеціальність
Спеціальність

Усі спеціальності</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>7-й</td><td>7-й</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Індивідуальне науково-
дослідне завдання

Контрольна робота
(заочна форма навчання)</td><td colspan="2">Лекцій</td></tr>
<tr><td>30 год.</td><td>10 год.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість
годин – 150</td><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>30 год.</td><td>10 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>–</td><td>–</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Тижневих годин для
денної форми навчання:
аудиторних – 4;

самостійної роботи
студента – 6;</td><td rowspan="6">Освітній рівень:

перший (бакалавський)</td><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>90 год.</td><td>130 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальні завдання:
–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю: залік</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма контролю:
комбінована</td></tr>
</table>

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни " Мембрані технології підготовки рідких та газоподібних середовищ»/ «Membrane technologies for the preparation of liquid and gaseous media»" є отримання здобувачами освіти знань, вмінь та навичок щодо розвитку компетенцій в розробці процесів проектування мембранних установок; висвітлення сучасних наукових та інженерних досягнень в галузі техніко-економічних основ мембранних процесів; розвиток компетенцій в викладенні результатів сучасних наукових та інженерних досягнень при проектування мембранних установок в тепловій енергетиці.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є вивчення дисциплін технічного спрямування.

4. Очікувані результати навчання

В результаті вивчення дисципліни здобувач освіти набуває

- виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання у теплоенергетиці;
- розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень;
- розуміти основні методики проектування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження;
- вміти проектувати теплоенергетичне обладнання та розробляти технологічні схеми у відповідності до технічних умов та нормативних документів.
- вміти проводити розрахунки та надавати рекомендації, що до ефективної роботи систем теплоенергетичної галузі.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Сутність методів розділення рідких та газоподібних сумішей з використанням напівпроникних мембран.

Тема 1. Загальні положення. Сутність мембранних процесів. Основні властивості мембран. Фактори, що впливають на мембранні процеси. [1]. стр. 7-10, [2]. стр. 7-11, [3]. стр. 337-342, [4]. стр. 458-461, [5]. стр. 195-221, [6]. стр. 181-188, , [8]. стр. 7-11.

Тема 2. Історія розвитку мембранних процесів. Основні поняття та характеристики процесів мембранного розділення [1]. стр. 10-14, [5]. стр. 195-221, [6]. стр. 195-199.

Тема 3. Класифікація процесів мембранного розділення. Основні характеристики та відмінності мембранних процесів. [1]. стр. 14-24, [3] стр. 354-365, [8]. стр. 29-30.

Тема 4. Перспективи розвитку мембранних процесів. [1]. стр. 151-155 , [7]. стр. 155-313.

Змістовий модуль 2. Апарати та установки для мембранного розділення рідких середовищ

Тема 5. Загальні положення. Баромембранні процеси. Дифузійно-мембранні процеси. Термомембранні процеси. Електромембранні процеси. [1]. стр. 24-31, 71-80, 89-98, 98-109].

Тема 6. Установки та апарати зворотного осмосу. [2]. стр. 19-30.

Тема 7. Установки та апарати ультрафільтрації [2]. стр. 18-29, 32-36, [4]. стр.452-453.

Тема 8. Установки та апарати мікрофільтраційні [2]. стр 18-29, 36-38, [4]. стр. 452-453.

Тема 9. Установки та апарати діалізу та електродіалізу.. [2]. стр 61-65, [3] стр. 379-409, [4]. стр. 421-447 , [5]. стр195-221].

Змістовий модуль 3. Апарати та установки для мембраного поділу газів

Тема 10. Загальні положення. Одноступеневі і багатоступеневі мембранні установки. Практичне застосування мембранного розділення газових сумішей. [2]. стр. 38-48, [6]. стр. 188-125, [8] стр. 38-42.

Тема 11. Мембрани для розділення газових сумішей. Транспорт через пористі і непористі мембрани [2] стр. 38-42, [4] стр. 453-456].

Тема 12. Випаровування через мембрану і мембранна дистиляція. [3]. стр. 52-55, стр 100-116, [5] стр. 195-221].

Тема 13. Експлуатація мембранного обладнання. Поляризаційні явища і відкладення на поверхні мембрани. [1]. стр 109-122, [5]. стр195-221.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	пр	лаб	с.р.		л*	пр	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1.										
Змістовий модуль 1. Сутність методів розділення рідких та газоподібних сумішей з використанням напівпроникних мембран.										
Тема 1 Загальні положення. Сутність мембранних процесів	10	2	2	–	6	10	2	2	–	6
Тема 2 Історія розвитку мембранних процесів. Основні поняття та характеристики процесів мембранного розділення	10	2	4	–	4	10	–	–	–	10
Тема 3. Класифікація процесів мембранного розділення. Основні характеристики та відмінності мембранних процесів.	15	4	4	–	7	15	2	2	–	11
Тема 4 Перспективи розвитку мембранних процесів.	10	2	-	-	8	10	-	-	-	10
Разом за змістовим модулем 1	45	10	10	–	25	45	4	4	–	37
Змістовий модуль 2. Апарати та установки для мембранного розділення рідких середовищ.										
Тема 5. Загальні положення	10	2	2	–	6	10	2	2	–	6
Тема 6. Установки та апарати зворотного осмосу	10	2	2	–	6	10	–	–	–	10
Тема 7. Установки та апарати ультрафільтрації.	20	4	4	–	12	20	2	2	–	16
Тема 8. Установки та апарати мікрофільтраційні.	10	2	2	-	6	10	-	-	-	10
Тема 9. Установки та апарати діалізу та електродіалізу.	10	2	2	-	6	10	-	-	-	10

Разом за змістовим модулем 2	60	12	12	–	36	60	4	4	–	52
Змістовий модуль 3. Апарати та установки для мембраного поділу газів.										
Тема 10. Загальні положення.	10	2	2	–	6	10	-	-	–	10
Тема 11. Мембрани для розділення газових сумішей. Транспорт через пористі і непористі мембрани	10	2	2	–	6	10	–	–	–	10
Тема 12. Випаровування через мембрану і мембранна дистиляція	15	2	2	–	11	15	2	2	–	11
Тема 13 Експлуатація мембранного обладнання	10	2	2	–	6	10	-	-	–	10
Разом за змістовим модулем 3	45	8	8	–	29	45	2	2	–	41
Разом за модулем	150	30	30	–	90	150	10	10	–	130

* Для здобувачів заочної форми навчання проводяться оглядові лекції

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Загальні питання	2	2
2	Особливості очищення води на механічних фільтрах та мембранними методами.	2	–
3	Конструкції установок та схеми для очищення води методом зворотного осмосу.	2	–
4	Апарати з плоскими мембранними елементами.	4	2
5	Апарати з трубчастими мембранними елементами	2	2
6	Апарати з рулонними мембранними елементами	2	–
7	Мембранні апарати на основі пустотілих волокон	6	2
8	Розрахунок апаратів мембранного розділення рідких середовищ	2	–
9	Конструкції установок та схеми для очищення води методом мембранної дистиляції.	2	–
10	Одноступеневі і багатоступеневі мембранні установки газорозділення	4	2
11	Практичне застосування процесу випаровування через мембрану	2	–
	Разом	30	10

Самостійна робота

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	I-V тижні. Огляд, аналіз та вивчення питань з літературних джерел стосовно перспективних мембранних технологій.	25	37
2	VI-X тижні. Огляд, аналіз та вивчення питань з літературних джерел стосовно мембранного розділення рідких середовищ.	36	52
3	XI-XV тижні. Огляд, аналіз та вивчення питань з літературних джерел стосовно мембранного поділу газів.	29	41
	Разом	90	130

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання:

– лекції;

– робота із літературою;

– репродуктивні бесіди;

– практичні роботи.

Контроль успішності навчання здобувачів проводиться у формах поточного і підсумкового контролю.

Поточний контроль полягає у перевірці знань і практичної підготовленості здобувачів з певної завершеної частини змістового модуля, умінь виконання індивідуальних практичних завдань.

Формами поточного контролю є:

- усне опитування на практичних заняттях;
- виступ на практичних заняттях;
- письмова контрольна робота (ПКР).

Підсумковий контроль – залік.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати до 100 балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок.

Поточний контроль передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми та набутих практичних навичок під час виконання завдань практичних робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

		Вид роботи	Кількість балів	
			Денна форма	Заочна форма
ЗМ 1	Тема 1	Практичне заняття 1-4	4 по 5 балів =20	20
	Тема 2			
	Тема 3			
	Тема 4			
	ПКР 1	Лекційний курс (4 теми)	15	15
Всього за змістовним модулем 1			35	35
ЗМ 2	Тема 5	Практичне заняття 5-7	3 по 5 балів =15	15
	Тема 6			
	Тема 7			
	Тема 8			
	Тема 9			
	ПКР2	Лекційний курс (5 тем)	15	15
Всього за змістовним модулем 2			30	30
ЗМ 3	Тема10	Практичне заняття 8-11	4 по 5 балів =20	15
	Тема11			
	Тема12			
	Тема13			
	ПКР3	Лекційний курс (4 теми)	15	15
Всього за змістовним модулем 3			35	35
Сума			100	100

8. Критерії оцінювання результатів навчання

8.1. Контроль та оцінювання знань на практичних заняттях

Критерії оцінювання	Бали
Глибоке розкриття питання теми, вільне володіння матеріалом, активна участь у роботі семінару, виступ у дискусіях	5
Розкриття питання теми, вільне володіння матеріалом	4
Розкриття питання теми, недостатньо вільне володіння матеріалом	3
Неповне розкриття питання теми, недостатньо вільне володіння матеріалом	2
Незадовільне розкриття питання теми	0

8.2. Письмова контрольна робота (ПКР)

Критерії оцінювання	Бали
Робота виконана у встановлений терміні і містить повні відповіді	15
Робота виконана вчасно, але містить неповні відповіді або допущені деякі неточності	12
Робота виконана вчасно, але містить неповні відповіді і допущені окремі помилки	8
Робота виконана з порушенням встановлених строків містить неповні відповіді, допущені суттєві помилки	4
Контрольна робота не здана вчасно, або містить незадовільні відповіді	0

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

До засобів навчання слід віднести використання персональних комп’ютерів із доступом до мережі інтернет для отримання доступу до наукової, навчальної та методичної літератури, а також до електронних ресурсів та інші джерела інформації. Крім того, для організації дистанційного навчання і обміну інформацією використовується месенджер Zoom та Google Classroom.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Моделювання процесів мембранного розділення: навчальний посібник [Електронний ресурс]: навч. посіб./ КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: С.В. Гулієнко. – Електронні текстові данні (1 файл: 3,17 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 166 с.
2. Конспект лекцій з курсу „Процеси та апарати хімічної технології”, розділ «Мембранні процеси» для студентів II-V курсів усіх спеціальностей / Укл.: О.О. Тертишний, О.В. Тертишна. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2011.
3. А.К. Запольський, Н.А. Мішкова-Клименко, І.М. Астрелін, М.Т. Брик, П.І. Гвоздяк, Т.В. Князькова. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник. – К.: Лібра. 2000 – 551 с.
4. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: Підручник. – К.: Вища шк, 2005. – 671с.

Допоміжна література

5. Гомеля М. Д., Шаблій Т. О., Радовенчик Я.В. Фізико-хімічні основи процесів очищення води: підручник. – К.: Кондор-Видавництво, 2019. – 256 с.
6. Радовенчик Я.В., Гомеля М.Д. Фізико-хімічні методи доочищення води. Підручник. – К.: Кондор-Видавництво, 2016. – 264 с
7. Трус І.М., Галиш В.В., Скиба М.І., Радовенчик Я.В., Гомеля М.Д. Нові високоефективні методи очищення від розчинних та нерозчинних полютантів: монографія. / – К.: КондорВидавництво, 2020. – 272 с
8. Тертишний О.О., Тертишна О.В. Мембранні процеси розділення в хімічній технології. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2010. – 180 с.