

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інститут заочного та дистанційного навчання

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Проректор з навчальної роботи
_____ А. Полухін
«_____» _____ 2013 р.



Система менеджменту якості


РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
“Процеси та апарати хімічних виробництв”
(за кредитно-модульною системою)

Галузь знань: 0513 «Хімічна технологія та інженерія»
Напрямок підготовки: 6.051301 «Хімічна технологія»

Курс	-3,4	Семестр	-5,6,7
Лекції	-16(4,6,6)	Диференційований залік	- 6,7 семестр
Лабораторні заняття	-14(-,6,8)		
Самостійна робота	-258(20,90,140)		
Усього (годин/кредитів ESTS)	-288/8		
Контрольна робота	- 6 семестр		
Курсовий проект.....	- 7 семестр		

Індекс: РБ-12-6.051301/12-3.1.2

СМЯ НАУ РНП ІЗДН 10.02.03-01-2013

	Система менеджменту якості. Робоча навчальна програма навчальної дисципліни "Процеси та апарати хімічних виробництв"	Шифр документа	СМЯ НАУ РНП ІЗДН 10.02.03 – 01-2013
		Стор. 2 із 15	

Робоча навчальна програма дисципліни „Процеси та апарати хімічних виробництв” розроблена на основі робочого навчального плану РБ-12-6.051301/12 підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня „Бакалавр” за напрямом 0513 «Хімічна технологія», навчальної програми цієї дисципліни, індекс Н-5-6.051301-1/3.1.2, затвердженої ректором 16.12.2011 р., робочої навчальної програми цієї дисципліни денної форми навчання індекс Р5-6.051301-1/11-3.1.2, затвердженої проректором з навчальної роботи 07.06.2012р., «Тимчасового Положення про організацію навчального процесу за кредитно-модульною системою (в умовах педагогічного експерименту)» та «Тимчасового Положення про рейтингову систему оцінювання», затверджених наказом ректора від 15.06.2004 №122/од. та наказу ректора від 12.04.2005 №81/од.

Робочу навчальну програму розробив:


Доцент кафедри екології, к.т.н. _____ І. Л. Трофімов
Асистент кафедри екології _____ Л.М. Курок

Робоча навчальна програма обговорена та схвалена на засіданні кафедри екології, протокол № від «__» _____ 2013 р.
Завідувач кафедри екології _____ С. В. Бойченко

Робоча навчальна програма обговорена та схвалена на засіданні науково-методично-редакційної ради ІЗДН, протокол № _____ від “_____” _____ 2013 р.
Голова НМРР _____ Н. Шаповал


УЗГОДЖЕНО
Заступник директора ІЗДН
_____ Н. Шаповал
“_____” _____ 2013 р.

Рівень документа – 3б
Плановий термін між ревізіями – 1 рік
Врахований примірник

	Система менеджменту якості. Робоча навчальна програма навчальної дисципліни "Процеси та апарати хімічних виробництв"	Шифр документа	СМЯ НАУ РНП ІЗДН 10.02.03 – 01-2013
		Стор. 3 із 15	

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	4
1. Зміст навчальної дисципліни	5
1.1. Тематичний план навчальної дисципліни	5
1.2. Проектування дидактичного процесу з видів навчальних занять та самостійна робота студента (зміст та обсяг).....	6 7
2. Завдання на контрольну роботу та курсовий проект	7
2.1. Контрольна робота.....	8
2.2. Курсовий проект.....	8
3. Перелік завдань для підготовки до диференційованих заліків	10
3.1. Перелік питань на диференційовані заліки.....	10
4. Навчально-методичні матеріали з дисципліни	12
4.1. Список рекомендованих джерел	12
4.2. Перелік наочних та інших навчально-методичних посібників, методичних матеріалів до технічних засобів навчання.....	12
Форми документів Системи менеджменту якості	13
Положення про рейтингову систему оцінювання набутих студентом знань та вмінь	17

	Система менеджменту якості. Робоча навчальна програма навчальної дисципліни "Процеси та апарати хімічних виробництв"	Шифр документа	СМЯ НАУ РНП ІЗДН 10.02.03 – 01-2013
		Стор. 4 із 15	

ВСТУП

Однією з необхідних умов організації навчального процесу за кредитно-модульною системою є наявність робочої навчальної програми з кожної дисципліни, виконаної за модульно-рейтинговими засадами і доведеної до відома викладачів та студентів.

Рейтингова система оцінювання (PCO) є невід'ємною складовою робочої навчальної програми і передбачає визначення якості виконаної студентом усіх видів аудиторної та самостійної навчальної роботи та рівня набутих ним знань та вмінь шляхом оцінювання в балах результатів цієї роботи під час поточного, модульного та семестрового контролю, з наступним переведенням оцінки в балах у оцінки за традиційною національною шкалою та шкалою ECTS (European Credit Transfer System).

Навчальна дисципліна "Процеси та апарати хімічних виробництв" надає можливість фахівцю з хімічної технології та інженерії здобути теоретичні знання і практичні навички стосовно фундаментальних законів збереження, рівноваги та переносу кількості руху, енергії і маси, а також обладнання для їх здійснення. Вирішальну роль при вивченні курсу відіграє фізичне й математичне моделювання процесів, яке дозволяє здійснити перехід від лабораторних і теоретичних досліджень до реалізації процесів у промисловості (масштабний перехід).

Метою дисципліни "Процеси та апарати хімічної промисловості" є надання студентам знань фундаментальних законів, на яких ґрунтується вивчення основних процесів хімічної технології, застосування їх для теоретичного аналізу конкретних процесів і проектування ефективного обладнання для їх реалізації.


Викладання дисципліни "Процеси та апарати хімічних виробництв" базується на теоретичних методах і поняттях вищої математики, фізики, загальної та неорганічної хімії, прикладної механіки рідини та газу, комп'ютерної графіки. Дисципліна продовжує загально-технічну підготовку і є перехідною для вивчення наступних дисциплін: фізико-хімічні основи виробництва палив і мастильних матеріалів, устаткування виробництв переробки нафти і газу.



1. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.1. Тематичний план навчальної дисципліни

№	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год.)			
		Усього	Лекції	Практичні заняття	СРС
5 семестр					
Модуль 1. „Теоретичні основи процесів хімічної технології. Гідромеханічні процеси та апарати”					
1.	Класифікація процесів хімічної технології. Основні поняття та визначення.	6	1	-	5
2.	Закони збереження та рівноваги.	6	1	-	5
3.	Закони переносу кількості руху, енергії та маси.	6	1	-	5
4.	Моделювання хіміко-технологічних процесів.	6	1	-	5
	Усього за 5 семестр	24	4	-	20
6 семестр					
5.	Загальні питання прикладної гідравліки в хімічній апаратурі.	20	2	-	18
6.	Перемішування рідких середовищ.	24	2	2	20
7.	Осадження. Фільтрування, мокра очистка газів Випарювання. Розчинення та екстрагування.	46	2	4	40
	Контрольна робота	20	-	-	20
	Диференційний залік	-	-	-	-
	Усього за 6 семестр	110	6	6	98
7 семестр					
Модуль 2. „Масообмінні процеси та апарати”					
1.	Абсорбція. Ректифікація.	28	2	2	24
2.	Перегонка та екстракція рідин. Масообмін між рідиною і твердим тілом.	32	2	2	28
3.	Адсорбція та іонний обмін. Кристалізація. Масообмін через мембрани.	40	2	4	34
Модуль 3. „Курсовий проект”					
1	Розрахунок установки для проведення технологічного процесу.	54	-	-	54
	Диференційний залік	-	-	-	-
	Усього за 7 семестр	154	6	8	140
	Усього за навчальною дисципліною	288	16	14	258

	Система менеджменту якості. Робоча навчальна програма навчальної дисципліни "Процеси та апарати хімічних виробництв"	Шифр документа	СМЯ НАУ РНП ІЗДН 10.02.03 – 01-2013
		Стор. 6 із 15	

1.2. Проектування дидактичного процесу з видів навчальних занять

№	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год.)			Список рекомен- дованих джерел
		Лекції	Лабораторні заняття	СРС	
1	2	3	4	5	6
5 семестр					
Модуль 1. „Теоретичні основи процесів хімічної технології. Гідромеханічні процеси та апарати”					
1.	Класифікація процесів хімічної технології. Основні поняття та визначення.	1	-	0,5	5 (стор. 14-15)
2.	Закони збереження та рівноваги.	1	-	0,5	5 (стор. 15-18)
3.	Закони переносу кількості руху, енергії та маси.	1	-	0,5	5 (стор. 15-20)
4.	Моделювання хіміко-технологічних процесів.	1	-	0,5	
5.	Теоретичні основи процесів хімічної технології	-	-	18	1 (стор. 8-36)
	Усього за 5 семестр	4	-	20	
6 семестр					
1.	Загальні питання прикладної гідравліки в хімічній апаратурі. Седиментація нейтральних та заряджених твердих частинок і крапель.	2	-	1	5 (стор. 21-29)
2.	Рівняння нерозривності потоку, рівняння переносу теплоти, рівняння переносу маси, рівняння переносу кількості руху.	2	-	1	5 (стор. 39-45)
3.	Осадження під дією відцентрових сил. Відстійники, центрифуги, циклони, електрофільтри. Фільтрування суспензій, газових неоднорідних систем. Фільтри та центрифуги.	2	-	1	5 (стор. 179-185, 200-240)
4.	Визначення витрат енергії на процес подріблення.	-	2	1	8
5.	Визначення витрати енергії при механічному перемішуванні в рідкому середовищі.	-	-	14	8, 5 (стор. 261-275)
6.	Визначення забруднення робочої рідини.	-	2	1	8
7.	Вивчення процесу осідання суспензій.	-	2	1	8, 5 (стор. 240-261)
8.	Відцентрове очищення рідин.	-	-	14	8, 5 (стор. 240-261)
9.	Гідромеханічні процеси та апарати			44	1 (стор. 37-80)
	Контрольна робота	-	-	20	7
	Диференційний залік	-	-	-	
	Усього за 6 семестр	6	6	98	



7 семестр					
Модуль 2. „Масообмінні процеси та апарати”					
1.	Абсорбція. Ректифікація.	2	-	1	3 (стор. 43-97), 5 (стор. 448-524)
2.	Перегонка та екстракція рідин. Масообмін між рідиною і твердим тілом.	2	-	1	3 (стор. 101-140), 5 (стор. 546-588)
3.	Адсорбція та іонний обмін. Кристалізація. Масообмін через мембрани.	2	-	1	3 (стор. 188-212, 290-312), 5 (стор. 500-524)
4.	Матеріальний баланс, розрахунок числа теоретичних ступенів. Диференціальне рівняння переносу маси, рушійна сила та опори переносу.	-	2	1	8, 3 (стор. 10-42), 5 (стор. 448-524)
5.	Молекулярний та конвективний перенос маси. Розрахунок коефіцієнтів масопередачі та розмірів апаратів.	-	2	1	8, 5 (стор. 448-524)
6.	Конструкції та принцип дії абсорберів. Порівняння абсорбційних апаратів. Розрахунок абсорберів. Схеми абсорбційних установок. Рівновага при адсорбції та іонному обміні.	-	2	1	8, 5 (стор. 448-524)
7.	Ректифікація при постійності мольних витрат фаз. Визначення основних розмірів ректифікаційних колон.	-	2	1	8, 5 (стор. 448-524)
8.	Масообмінні процеси та апарати	-	-	79	3 (10-42, 43-97, 101-140, 188-212), 8 (448-524)
Модуль 3. „Курсовий проект”					
1.	Розрахунок установки для проведення технологічного процесу.	-	-	54	3
	Диференційний залік	-	-	-	
	Усього за 7 семестр	6	8	140	
	Усього за навчальною дисципліною	16	14	258	

2. ЗАВДАННЯ НА КОНТРОЛЬНУ РОБОТУ

2.1. Контрольна робота

Домашня контрольна робота з дисципліни виконується в шостому семестрі після вивчення всіх розділів програми курсу з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь студента з навчального матеріалу, винесеного на самостійне опрацювання. Контрольна робота є важливим етапом у засвоєнні навчального матеріалу, її слід виконувати з використанням запропонованої спеціалізованої літератури та інших літературних джерел, в тому числі науково-популярних видань.

Завдання домашньої контрольної роботи полягає в тому, щоб навчити студентів:

- виконувати аналіз конструкції і роботи апарата, в якому реалізується конкретний процес, визначати переваги і недоліки його в порівнянні з аналогічними апаратами;
- виконувати основні параметричні і конструктивні розрахунки апаратів;



Контрольна робота оформляється у вигляді звіту, до якого входять параметричні та конструктивні розрахунки апаратів за вищевказаними темами. Варіант контрольної роботи визначається за останніми однією/двома цифрами заліковки. Обсяг звіту – 8 - 10 сторінок А4. Для успішного виконання контрольної роботи необхідно отримати оцінку в 8 балів.

Теми задач контрольної роботи

1. Розрахунок шокової дробарки.
2. Розрахунок валкової дробарки.
3. Розрахунок барабанного кульового млина.
4. Розрахунок пилоосаджувальної камери.
5. Розрахунок гравітаційних відстійників.
6. Розділення осадженням під дією відцентрової сили.
7. Розрахунок вертикальної осаджувальної центрифуги періодичної дії.
8. Розрахунок трубчастого електрофільтра.
9. Розрахунок пластинчастого електрофільтра.
10. Розрахунок пінного апарата.
11. Розрахунок апарата з механічним перемішуючим пристроєм.
12. Розрахунок апарата псевдо зрідженого шару.

2.2. Курсовий проект (7-й семестр)

Курсовий проект передбачає закріплення та поглиблення теоретичних знань, розвиток навичок їх самостійного практичного використання для розв'язання конкретних фахових завдань. При виконанні курсового проекту студент повинен показати вміння здійснювати оптимальний вибір конструктивної схеми апарата для конкретної технологічної лінії, ґрунтуючись на фундаментальних рівняннях статичної і кінетичної процесів, обирати методику розрахунку та здійснювати параметричні, конструктивні, гідравлічні розрахунки, а також розрахунки на міцність та жорсткість найбільш відповідальних вузлів і деталей апарата; користуючись нормативно-технологічною документацією, виконувати складальні креслення основних вузлів і деталей за допомогою ЕОМ.

Результати оформляються у вигляді розрахунково-пояснювальної записки обсягом 35-40 сторінок А4 і графічної частини обсягом не менше двох листів формату А1 чи А2. Курсовий проект виконується за варіантом, який обирається за двома останніми цифрами залікової книжки студента.

Час, потрібний для виконання КП – до 54 годин самостійної роботи.

Теми та варіанти завдань на курсовий проект

РОЗРАХУНОК РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ

Розрахувати ректифікаційну колону безперервної дії, для розділення бінарної суміші бензол-толуол, якщо продуктивність по вихідній суміші F ; вміст легколетючого компоненту (% (мас.)): в вихідній суміші \bar{x}_F ; в дистилляті \bar{x}_p ; в кубовому залишку \bar{x}_W ; тиск в паровому просторі дефлегматора P .

Варіант	F , кг/с	\bar{x}_F , % (мас.)
0	5	32
1	6	33
2	7	34
3	5	35

	\bar{x}_p , % (мас.)	\bar{x}_W , % (мас.)	P , МПа
0	93	1,5	0,098
1	94	1,6	0,099
2	95	1,7	0,1
3	96	1,8	0,098



4	6	36
5	7	32
6	5	33
7	6	34
8	7	35
9	5	36

4	97	1,5	0,099
5	93	1,6	0,1
6	94	1,7	0,098
7	95	1,8	0,099
8	96	1,5	0,1
9	97	1,6	0,098

РОЗРАХУНОК АБСОРБЕРУ

Розрахувати абсорбер для вловлювання бензолних вуглеводнів з коксового газу кам'яновугільним мастилом при наступних умовах: продуктивність газу при нормальних умовах - V_0 ; концентрація бензолних вуглеводнів у газі при н.у. на вході - $у_{н.}$, на виході - $у_{к.}$; вміст вуглеводнів в мастилі, що поглинає $х_{н.}$; середня температура t ; тиск на вході в адсорбер $p=0,119$ МПа.

Варіант	$V_0, \text{м}^3/\text{год}$	$у_{н.}, \text{кг}/\text{м}^3$
0	13,0	0,020
1	13,5	0,022
2	14,0	0,024
3	14,5	0,026
4	13,0	0,028
5	13,5	0,030
6	14,0	0,032
7	14,5	0,034
8	13,0	0,036
9	13,5	0,038

Варіант	$у_{к.}, \text{кг}/\text{м}^3$	$х_{н.}, \%$	$t, \text{°C}$
0	0,002	10	25
1	0,003	12	30
2	0,004	14	35
3	0,005	16	25
4	0,002	18	20
5	0,003	10	30
6	0,004	12	25
7	0,005	14	20
8	0,003	16	25
9	0,004	18	30

РОЗРАХУНОК АДСОРБЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ

Розрахувати адсорбційну установку періодичної дії з нерухомим шаром адсорбенту для уловлювання пару метанолу з повітря при наступних умовах: витрата суміші V ; температура пароповітряної суміші T ; атмосферний тиск P ; початкова концентрація метанолу в газовій суміші $с_{н.}$; концентрація проскоку складає $с_{пр}$ від початкової; адсорбент - активоване вугілля АР-3 з еквівалентним діаметром гранули 2 мм.




Варіант	$V, \text{ м}^3/\text{год}$	$\epsilon_{\text{пр}}\%$
0	6500	5
1	6600	6
2	6700	5
3	6800	6
4	6900	7
5	7000	5
6	7100	6
7	7200	7
8	7300	5
9	7400	6

Варіант	$\epsilon_n \cdot 10^3, \text{ кг/м}^3$	$T, ^\circ\text{C}$	$P, \text{ МПа}$
0	2	20	0,1013
1	2,1	22	0,098
2	2,2	24	0,098
3	2,3	26	0,1013
4	2,4	28	0,098
5	2,5	30	0,1013
6	2,6	20	0,098
7	2,7	22	0,1013
8	2,8	24	0,098
9	2,9	26	0,1013

3. ПЕРЕЛІК ЗАВДАНЬ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ДИФЕРЕНЦІЙОВАНИХ ЗАЛІКІВ

3.1. Перелік питань на диференційовані заліки (6 семестр)


1. Визначить доцільність використання законів збереження маси, енергії, імпульсу при розрахунку апаратів хімічних виробництв.
2. Дайте класифікацію основних процесів хімічних виробництв.
3. Загальні методи розрахунку хімічних апаратів.
4. Закон збереження енергії.
5. Закони збереження енергії та маси.
6. Закони збереження маси. Що таке матеріальний та енергетичний баланс?
7. Класифікація процесів хімічної технології.
8. Критерії подібності. Для чого їх використовують?
9. Математичне та фізичне моделювання. Що під цим розуміємо?
10. Математичне моделювання. Сформулюйте умови однозначності.
11. Математичне моделювання. Що під цим розуміють?
12. На які типи ділять апарати, що діють безперервно?
13. Обґрунтуйте необхідність визначення рівноваги в системах рідина-пар
14. Обґрунтуйте необхідність урахування нерозривності потоку, законів переносу теплоти, маси та кількості руху при розрахунку апаратів хімічних виробництв.
15. Обґрунтуйте необхідність урахування подібності гідродинамічних процесів при моделюванні хіміко-технологічних процесів.
16. Опишіть роботу апарату повного витиснення. Порівняйте з іншими типами.
17. Основні поняття та визначення дисципліни „процеси та апарати хімічних виробництв”.
18. Подібність гідродинамічних процесів та математичне моделювання.
19. Подібність гідродинамічних процесів та математичне моделювання. Теореми подібності.

	Система менеджменту якості. Робоча навчальна програма навчальної дисципліни "Процеси та апарати хімічних виробництв"	Шифр документа	СМЯ НАУ РНП ІЗДН 10.02.03 – 01-2013
		Стор. 11 із 15	

20. Подібність процесів. Наведіть теореми подібності.
21. Поняття „подібність гідродинамічних процесів”. Критерії подібності.
22. Поняття „подібність гідродинамічних процесів”. Перша теорема подібності.
23. Поняття про рушійну силу процесу та про умови рівноваги.
24. Поняття про рушійну силу процесу.
25. Порівняйте апарати повного змішування та повного витиснення.
26. Поясніть різницю між масштабом подібності та критеріями подібності.
27. Проаналізуйте доцільність використання періодичних та безперервних процесів.
28. Сформулюйте умови, які мають виконуватись при моделюванні процесів та апаратів.
29. Теореми подібності. Критерії подібності.
30. Умови термодинамічної рівноваги. Поняття про умови рівноваги та швидкість процесу.
31. Урахування нерозривності потоку, законів переносу теплоти, маси та кількості руху при розрахунку апаратів хімічних виробництв.
32. Урахування подібності гідродинамічних процесів при моделюванні хіміко-технологічних процесів.
33. Чим відрізняється тривалість процесу від періоду процесу? Сформулюйте умови однозначності.
34. Чим відрізняються інваріанти подібності від критеріїв подібності?
35. Що таке інваріанти та критерії подібності? Як ви розумієте поняття "рушійна сила процесу".
36. Що таке матеріальний та енергетичний баланс?
37. Як ви розумієте подібність гідродинамічних процесів та моделювання.
38. Як ви розумієте поняття „подібність гідродинамічних процесів”?
39. Які процеси називають безперервними? Наведіть приклади, схеми.
40. Які процеси називають періодичними? Наведіть приклади, схеми.

Перелік питань на диференційовані заліки (7 семестр)

1. Багаторазова екстракція.
2. Дайте визначення процесу ректифікації, приведіть рівняння визначення діаметру тарілчастої ректифікаційної колони.
3. Дати визначення числа флегми, привести формулу робочого числа флегми.
4. Екстрагування. Сутність процесу.
5. Екстрактивна та азеотропна ректифікації.
6. Конструкції та принцип дії абсорберів.
7. Матеріальний баланс абсорбції. Схеми абсорбції.
8. Неперервна бінарна, періодична ректифікації.
9. Опишіть конструкцію насадочної колони.
10. Охарактеризувати, що являє собою адсорбція в нерухомому шарі адсорбенту.
11. Охарактеризувати, що являє собою висота шару адсорбенту, привести формулу.
12. Охарактеризувати, що являє собою робоча висота шару в гіперсорбційному апараті, привести формулу.
13. Охарактеризуйте конвективний масоперенос.
14. Охарактеризуйте масопереніс в твердій фазі.
15. Охарактеризуйте процес адсорбції в динамічних умовах.
16. Приведіть рівняння розрахунку масообміну в нерухомому шарі.
17. Приведіть рівняння розрахунку масообміну псевдозрідженому шарі.
18. Приведіть рівняння та поясніть розрахунок рекомендованої швидкості пару в ректифікаційній колоні.

	Система менеджменту якості. Робоча навчальна програма навчальної дисципліни "Процеси та апарати хімічних виробництв"	Шифр документа	СМЯ НАУ РНП ІЗДН 10.02.03 – 01-2013
		Стор. 12 із 15	


19. Привести рівняння матеріального балансу ректифікаційної колони безперервної дії.
20. Привести рівняння робочих ліній при живленні колони киплячою сумішшю.
21. Привести формулу залежності питомої теплоти адсорбції від кількості поглинаючого газу
22. Привести формулу розрахунку висоти шару насадки при плівковому режимі роботи ректифікаційної колони.
23. Проста перегонка та ректифікація.
24. Ректифікаційні колони. Типи. Будова.
25. Рівновага в системах рідина-пар. Охарактеризувати, що являє собою висота зони масопередачі, привести формулу.
26. Рівновага та кінетика процесу абсорбції.
27. Рідинна екстракція.
28. Рідинна екстракція. Рівновага в системах рідина-рідина.
29. Схеми абсорбційних установок.
30. Чим обумовлені основні закономірності виникнення переносу маси у зовнішній фазі?
31. Що використовують для оцінки розподілу пор по розмірам при масопереносі в твердій фазі
32. Що таке абсорбція та ректифікація?
33. Що таке молекулярна дифузія.
34. Що таке насадочна колона. Опишіть конструкцію. Чим відрізняється за будовою колпачкова колона від насадочної.
35. Як можна розрахувати еквівалентну висоту насадки ректифікаційної колони, що працює в режимі емульгування?
36. Як можна розрахувати необхідну кількість тарілок в ректифікаційній колоні?
37. Які процеси називають масообміними. Приведіть приклади форм пор при масопереносі в твердій фазі.

4. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

4.1. Список рекомендованих джерел

Основні

1. Мікульонок І.О. Механічні, гідромеханічні й масообмінні процеси та обладнання хімічної технології: Навч. Посіб. -2-ге вид., переробл. і допов. –К.:ІВЦ «Політехніка»,2002. - 304с.:іл.
2. Основні процеси, машини та апарати хімічних виробництв: Підручник/ І.В.Коваленко, В.В.Малиновський. –К.: Інрес: Воля, 2006. -264с.: іл. –Бібліогр.: с.253-255.
3. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. В 2-х частях. -М.:Химия, 1995.
4. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии.- М.: Химия, 1987.- 490 с.
5. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии.- М.: Химия, 1973.- 752 с.
6. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков В.Н. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии.- Л.: Химия, 1987. – 576 с.
7. Матвеева О.Л., Мікульонок І.О., Коваль О.Д. Процеси та апарати хімічних виробництв: Навчально-методичний посібник. – К.: НАУ, 2007. – 92 с.

	Система менеджменту якості. Робоча навчальна програма навчальної дисципліни "Процеси та апарати хімічних виробництв"	Шифр документа	СМЯ НАУ РНП ІЗДН 10.02.03 – 01-2013
		Стор. 13 із 15	

8. Матвеева О.Л., Трофімов І.Л., Коваль О.Д. Процеси і апарати хімічної промисловості. Механічні та гідравлічні процеси і апарати: Лабораторний практикум. – К.: НАУ, 2011. – 102 с.

Додаткові

9. Скобло А.И., Трегубова И.А., Молоканов Ю.К. Процессы и аппараты нефтеперерабатывающей промышленности. – М.: Химия, 1982.- 584 с.

10. Коган В.Б. Теоретические основы типовых процессов химической технологии. – Л.: Химия, 1977 - 592 с.

11. Гальперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. Ч. 1, 2.- М.: Химия, 1981.-811 с.

4.2. Перелік наукових та інших навчально-методичних посібників, методичних матеріалів до ТЗН

№ пор.	Назва	Шифр тем за тематичним планом	Кількість
1.	Плакати з конструкціями, схемами установок, апаратів і машин	1.1-4.10	21 прим.
2.	Навчальний посібник	1.1-4.10	електронна версія
3.	Зразок курсового проекту		2 прим.



(Ф 03.02 – 02)

АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайомлення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЙ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

