

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ»

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ
ЗА РОЗДІЛАМИ «ПЕРЕГОНКА», «АБСОРБЦІЯ», «АДСОРБЦІЯ»
З КУРСУ «ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ІІІ–V КУРСІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Затверджено на засіданні кафедри
процеси та апарати хімічної технології
Протокол № 12 від 27.05.2011

Методичні вказівки до виконання курсового проекту за розділами «Перегонка», «Абсорбція», «Адсорбція» з курсу «Процеси та апарати хімічної технології» для студентів III–V курсів технологічних спеціальностей / Укл. Т.П. Єльцова, О.О. Тертишний, Т.В. Гриднєва. – Д.: ДВНЗ УДХТУ, 2012. – 10 с.

Укладачі: Т.П. Єльцова
О.О. Тертишний, канд. техн. наук
Т.В. Гриднєва

Відповідальний за випуск П.Г.Сорока, д-р техн. наук

Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання курсового проекту за розділами «Перегонка», «Абсорбція», «Адсорбція» з курсу «Процеси та апарати хімічної технології» для студентів III–V курсів технологічних спеціальностей

Укладачі: ЄЛЬЦОВА Тетяна Петрівна
ТЕРТИШНИЙ Олег Олександрович
ГРИДНЄВА Тетяна Василівна

Редактор Л.М. Тонкошкур
Коректор В.П. Синицька

Підписано до друку 17.04.11. Формат 60×84¹/₁₆. Папір ксерокс. Друк ризограф.
Ум. друк. арк. 0,45. Обл.-вид. арк. 0,51. Тираж 50 пр. Зам. № 131.
Свідоцтво ДК № 303 від 27.12.2000.

ДВНЗ УДХТУ, 49005, м. Дніпропетровськ-5, просп. Гагаріна, 8.

Видавничо-поліграфічний комплекс ІнКомЦентру

1 Загальні вказівки

Дисципліна «Основні процеси та апарати хімічної технології» важлива в системі підготовки спеціалістів для хімічної промисловості. До написання курсового проекту студенти приступають після прослуховування всього циклу лекцій, виконання необхідних лабораторних занять, а також успішного складання іспиту з курсу. Виконанням та захистом курсового проекту завершується вивчення дисципліни, але придбані знання використовують у наступних курсових роботах і проектах з профільюючих дисциплін і на кінцевій стадії навчання у вузі – дипломному проектуванні.

Цілі курсового проектування

Поглиблення та закріплення теоретичних і практичних знань з курсу, придбання уміння застосовувати одержані знання для самостійного вирішення інженерних задач.

Задачі курсового проектування

Ознайомлення з сучасними конструкціями хімічної апаратури, періодичною та довідковою літературою, методичними вказівками, діючими стандартами та нормативами, придбання уміння аналізувати одержану інформацію, легко орієнтуватися в ній з метою самостійного прийняття грамотного рішення в кожному конкретному випадку.

Курсовий проект самостійна та індивідуальна робота студента, в якій виявляється ступінь засвоєння курсу та уміння використовувати знання з інших суміжних інженерних дисциплін. Тому завдання на курсовий проект розробляється індивідуально для кожного студента і затверджується на засіданні кафедри.

Одержавши завдання на курсовий проект, студент зобов'язаний ретельно вивчити за рекомендованою літературою запропонований до розробки процес та його апаратне оформлення, здійснити вибір технологічної схеми і апаратури. Підсумком виконання цього етапу є оформлення відповідних розділів розрахунково-пояснювальної записки об'ємом 35 сторінок формату А4, аркуш А1 графічної частини проекту (технологічна схема установки).

Вимоги до змісту та оформлення пояснювальної записки і графічної частини проекту дивися «Методичні вказівки до оформлення курсового проекту з курсу «Основні процеси та апарати хімічної технології».

Питання, які виникають під час роботи, над курсовим проектом, студенти повинні з'ясувати на систематичних консультаціях з викладачем-керівником курсового проекту. Консультації проводяться за додатковим розкладом.

Закінченні та оформленні роботи здають на перевірку керівникові курсового проекту не пізніше строку, вказаного у графіку навчального процесу. Якщо після перевірки не потрібно значних змін, курсові проекти захищають перед комісією, яка складається не менше ніж з двох викладачів кафедри у строки, встановлені графіком навчального процесу.

2 Вибір варіанта завдання

Номер варіанта завдання визначається останньою цифрою номера залікової книжки студента: для студентів технологічних спеціальностей за таблицею 2.1

Таблиця 2.1

Остання цифра залікової книжки	5	6	7	8	9
Номер варіанта	5	6	7	8	9

Вихідні параметри завдання визначаються згідно з варіантом завдання за наведеною таблицею до кожного завдання.

Номер завдання визначається передостанньою цифрою залікової книжки студента. Наприклад, студент Шевченко Н. має залікову книжку за номером 993107, він повинен виконати варіант 7 (табл. 2.1) з вихідними параметрами згідно з завданням «0» для цього варіанта у методичних вказівках до розділу «Масообмінні процеси».

Якщо студент Шевченко Н. має залікову книжку за номером 993114, він повинен виконати варіант 4 (табл. 2.1) з вихідними параметрами згідно з завданням «1» для цього варіанта у методичних вказівках до розділу «Теплові процеси».

Варіант 5

Розрахувати ректифікаційну установку періодичної дії для розділення бінарної суміші. Кількість початкової суміші \bar{x}_f , мас.%, в дистилаті \bar{x}_p , мас.%, в кубовому залишку \bar{x}_w , мас.%. У кип'ятильник подається водяна насичена пара (тиск пари обґрунтовано вибрати). Охолоджуюче середовище в дефлегматорі і холодильнику – оборотна вода, початкову і кінцеву температури охолоджуючої води обґрунтовано прийняти. Тиск в колоні – атмосферний. Тип колони та умови конденсації пари в дефлегматорі вибрати згідно з завданням.

№ завдання	Початкова суміш	G_f , м/год	$\tau_{ч}$	\bar{x}_f , мас.%	\bar{x}_p , мас.%	\bar{x}_w , мас.%	Тип колони та контакт. елемент	Апарат, що проектується	Конден. пари в дефлегм.
0	Бензол-толуол	15	5	35	97	3	Кільця Рашига навалом	колона	часткова
1	Метиловий спирт-вода	12	4	50	96	5	- « -	дефлегматор	- « -
2	Ацетон-вода	12	4	30	96	5	- « -	конденсатор-холодильник	- « -
3	Метиловий спирт. Етиловий спирт	16	6	35	96	3	- « -	кип'ятильник	повна
4	Ацетон-бензол	13	5	30	92	4	сітчаста тарілка	колона	- « -
5	Хлороформ-бензол	18	4	45	95	6	- « -	дефлегматор	- « -
6	Оцтова кислота-вода	10	4	30	97	3	- « -	колона	- « -
7	Сірковуглець-чотирихлор. вуглець	10	5	30	96	4	- « -	холодильник кубового залишку	- « -
8	Ацетон-етанол	7	5	40	96	5	Кільця Рашига навалом 50x50x3	колона	часткова
9	Хлороформ-чотирихлор. вуглець	12	4	35	95	5	- « -	колона	повна

Варіант 6

Розрахувати ректифікаційну установку безперервної дії для розділення однорідної бінарної суміші, продуктивністю за початковою сумішшю G_f , т/год. Вміст легколеткого компоненту в початковій суміші \bar{x}_f , мас.%, в верхньому продукті \bar{x}_p , мас.%, в нижньому \bar{x}_w , мас.%. Кип'ятильник та підігрівач початкової суміші підігріваються водяною насиченою парою (тиск пари обґрунтовано вибрати). Охолоджуюче середовище в дефлегматорі та холодильниках – оборотна вода, початкову і кінцеву температури охолоджуючої води обґрунтовано прийняти. Тиск в колоні атмосферний. Тип колони, контактних елементів та умови конденсації пари в дефлегматорі вибрати згідно з завданням.

№ завдання	Початкова суміш	G_f , т/год	\bar{x}_f , мас.%	\bar{x}_p , мас.%	\bar{x}_w , мас.%	Тип колони та контакт. елемент	Апарат, що проектується	Конден. пари в дефлегм.
0	Ацетон - етиловий спирт	12	30	98	8,0	Тарілчаста провальн. решітчасті	колона	повна
1	Хлороформ-чотирихлор. вуглець	11	40	93	5,0	- « -	дефлегматор	часткова
2	Ацетон-вода	10	35	97	6,0	- « -	конденсатор-холодильник	часткова
3	Сірковуглець-чотирихлор. вуглець	9	40	94	7,0	Тарілчаста сітчасті тарілки	колона	повна
4	Метиловий спирт-вода	8	45	95	5,0	Тарілчаста ковпачкові	колона	повна
5	Хлороформ-бензол	7	35	96	4,0	Насадкова кільця Рашига 25x25x3	підігрівач	повна
6	Оцтова кислота-вода	5	40	97	8,0	- « -	колона	часткова
7	Бензол-толуол	13	30	96	7,0	- « -	кип'ятильник	часткова
8	Ацетон-бензол	6	35	95	6,0	- « -	холодильник кубового залишку	повна
9	Метиловий спирт. Етиловий спирт	10	40	98	8,0	Кільця Паля впорядкові	колона	повна

Варіант 7

Розрахувати абсорбційну установку для вловлювання водою компонента А із суміші його з повітрям при наступних умовах: продуктивність за газом при нормальних умовах V_0 , $\text{нм}^3/\text{год}$; вміст компоненту А на вході в абсорбер $u_{\text{п}}$, об.%; ступінь вловлювання (очищення) C_0 ; ступінь регенерації (десорбції) абсорбенту C_p .

Процес абсорбції вважати ізотермічним. Середня температура абсорбенту $t_{\text{сер}}$, $^{\circ}\text{C}$. Необхідний робочий тиск в абсорбері вибрати обґрунтовано. Числові значення параметрів процесу, відповідно до завдання, уточнити в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Параметри процесу абсорбції

№ зав.	Продуктивність, V_0 , $\text{нм}^3/\text{год}$	Компонент А	Початковий вміст компонента А, $u_{\text{п}}$, об.%	Ступінь вловлювання, C_0	Ступінь регенерації абсорбенту, C_p	Середня температура абсорбенту $t_{\text{сер}}$, $^{\circ}\text{C}$	Тип абсорберу
0	3500	CO_2	5,2	0,92	0,98	25	Насадковий
1	5000	H_2S	4,4	0,90	0,95	20	Барботажний з ковпачков. тарілками
2	4000	C_2H_2	4,8	0,93	0,96	22	Барботажний з провальними тарілками
3	8000	CH_3OH	6,0	0,96	0,98	24	Барботажний з сітчастими тарілками
4	5000	Cl_2	4,0	0,92	0,98	26	Насадковий
5	8000	Br_2	3,5	0,92	0,96	23	Насадковий
6	4000	H_2S	5,0	0,89	0,92	20	Барботажний з ковпачков. тарілками
7	6000	CO_2	4,5	0,88	0,90	22	Барботажний з ситчастими тарілками
8	5000	C_2H_2	3,5	0,92	0,94	20	Насадковий
9	4000	C_2H_2	5,2	0,96	0,98	24	Барботажний з провальними тарілками

Значення коефіцієнтів Генрі Е для водних розчинів деяких газів залежно від температури [5].

Компонент А $t^{\circ}\text{C}$	$E \cdot 10^6$, мм рт. ст.				
	CO_2	H_2S	C_2H_2	Cl_2	Br_2
20	1,08	0,367	0,92	0,402	0,0451
25	1,24	0,414	1,01	0,454	0,056
30	1,41	0,463	1,11	0,502	0,0688

Рівняння розчинності метилового спирту при 20⁰С і атмосферному тиску у відносних мольних концентраціях (частках). кмоль А/кмоль В:

$$Y^* = 1,5 X.$$

Варіант 8

Розрахувати абсорбційну установку для одержання аміачної води із вмістом аміаку \bar{x}_k , мас.% шляхом його вилучення водою із реакційної суміші. Вихідні дані для проектування:

- витрата реакційної суміші при нормальних умовах, V_0 , нм³/год;
- склад реакційної суміші, y_p , об.%;
- абсорбент – хімічно очищена вода з початковою температурою, t_p , °С;
- ступінь вилучення аміаку, C_0 ;
- робочий тиск в абсорбері, МПа.

Врахувати екзотермічний ефект розчинення аміаку у воді.

Числові значення параметрів процесу, відповідно до завдання, уточнити в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Параметри процесу абсорбції

№ завдання	Кінцева концентрація аміачної води \bar{x}_k , мас.%	Витрата реакційної суміші, V_0 , нм ³ /год	Склад реакційної суміші, y_p , об.%					Температура води на вході в абсорбер, t_p , °С	Ступінь вилучення аміаку, C_0	Робочий тиск в абсорбері, МПа	Апарат для проектування
			H ₂	N ₂	CH ₄	Ar	NH ₃				
0	25	10000	49,1	22,1	11,3	2,5	15,0	10	0,91	5	Абсорбер насадковий
1	20	9000	51,5	21,4	10,1	3,0	14,0	12	0,92	4	Абсорбер барботажн. з ковпачк. тарілками
2	18	11000	50,1	20,6	9,8	3,5	16,0	11	0,88	6	Абсорбер барботажн. з провальн. тарілками
3	16	12000	49,3	22,4	12,3	4,0	12,0	14	0,93	3	Абсорбер барботажн. з сігчастими тарілками
4	22	8000	51,0	20,1	10,3	2,0	16,6	10	0,90	5	Холодильник для охолоджен. абсорбенту між шарами насадки
5	24	6000	51,4	19,8	9,8	4,5	14,5	12	0,89	4	Абсорбер насадковий
6	19	12000	49,2	22,1	9,6	3,6	15,5	13	0,92	2	Абсорбер барботажн. з ковпачк. тарілками
7	20	14000	52,7	20,8	10,2	2,8	13,5	14	0,90	3	Абсорбер барботажн. з провальн. тарілками
8	24	9500	54,6	19,9	9,9	3,1	12,5	10	0,91	5	Абсорбер барботажн. з сігчастими тарілками
9	25	7000	55,0	19,6	11,1	2,8	11,5	11	0,89	6	Холодильник для охолодження абсорбенту між шарами насадки

Для опису рівноваги в системі аміак – вода рекомендується рівняння [1, 2, 3, 4].

$$\lg P^* = -\frac{1750}{T} + 1,1 \lg Cx + 7,$$

де P^* – рівноважний парціальний тиск аміаку над розчином, мм рт. ст.;

T – температура розчину, К;

Cx – об'ємна мольна концентрація аміаку у водному розчині, кмоль $\text{NH}_3/\text{м}^3$ розчину.

Варіант 9

Розрахувати адсорбційну установку для очищення повітря від речовини А. Початкова концентрація речовини А в пароповітряній суміші C_p , об.%. Витрата пароповітряної суміші V , $\text{м}^3/\text{год}$, температура 20°C . Спроекувати адсорбер.

№ завдання	Продуктивність за пароповітряною сумішшю, $V \text{ м}^3/\text{год}$	Речовина А	Початкова концентрація C_p , об.%	Коефіцієнт афінності
0	2000	Бензол C_6H_6	1,0	1,0
1	2200	Сіровуглець CS_2	1,2	0,7
2	2500	Метанол CH_3OH	2,0	0,4
3	1900	Етанол $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	1,8	0,61
4	2300	Ефір діетиловий $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$	0,2	1,09
5	1600	Вуглець чотири хлористий CCl_4	1,4	1,05
6	1800	Хлороформ CHCl_3	0,6	0,86
7	2300	Бензол C_6H_6	1,2	1,0
8	1500	Етанол $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	1,5	0,61
9	3000	Метанол CH_3OH	2,1	0,4

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. (Р) Рамм, В.М. Абсорбция газов [Текст] / В.М. Рамм. – М.: Химия, 1976. – 655 с.
2. (Р) Рамм, В.М. Абсорбция газов [Текст] / В.М. Рамм. – М.: Химия, 1966. – 767 с.
3. Плановский, А.Н. Процессы и аппараты химической технологии [Текст] / Учебник / А.Н. Плановский, В.М. Рамм, С.З. Коган. – М.: Госхимиздат, 1968. – 847 с.
4. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу «Основні процеси та апарати хімічної технології». «Розрахувати адсорбційну установку для одержання аміачної води з газової суміші. Спроекувати насадковий абсорбер».

5. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии [Текст]: Учебное пособие для вузов / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. – Л.: Химия, 1987. – 576 с.
6. Дытнерский, Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии [Текст]: Пособие по проектированию. – М.: Химия, 1983. – 272 с.