

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

## **ЗАВДАННЯ**

**ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ**  
**З КУРСУ «ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»**  
**ДЛЯ СТУДЕНТІВ МЕХАНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ**

**Дніпропетровськ ДВНЗ УДХТУ 2012**

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

ЗАВДАННЯ  
ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ  
З КУРСУ «ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»  
ДЛЯ СТУДЕНТІВ МЕХАНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ

Затверджено на засіданні  
кафедри ПАХТ.  
Протокол № 9 від 20.06.2011.

Дніпропетровськ ДВНЗ УДХТУ 2012

Завдання до виконання курсового проекту з курсу «Процеси та апарати хімічних виробництв» / Укл. В.І. Зражевський. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2012. – 16 с.

Укладач В.І. Зражевський, канд. техн. наук

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

Завдання до виконання курсового проекту з курсу «Процеси та апарати хімічних виробництв» відповідають програмі курсу і призначені для студентів IV-V курсів механічних спеціальностей заочної форми навчання

#### Навчальне видання

Завдання до виконання курсового проекту з курсу «Процеси та апарати хімічних виробництв» для студентів механічних спеціальностей заочної форми навчання

Укладач ЗРАЖЕВСЬКИЙ Вячеслав Іванович

Редактор Л.М. Тонкошкур

Коректор Л.Я. Гоцуцова

Підписано до друку 24.05.2012. Формат 60×84 1/16. Папір ксерокс. Друк різнограф. Умовн.-друк. арк. 0,47. Обл.-вид. арк. 0,55. Тираж 30 прим. Зам. № 153. Свідоцтво ДК № 303 від 27.12.2000.

---

ДВНЗ УДХТУ, 49005, Дніпропетровськ–5, просп. Гагаріна, 8.

Видавничо-поліграфічний комплекс ІнКомЦентру

В даній методичці наведені завдання для виконання курсового проекту для студентів-механіків заочної форми навчання по напрямку підготовки 6.050503 – Машинобудування за професійним спрямуванням за спеціальністю 78.05050315 «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів». Викладений матеріал є складовою частиною до всього комплексу методичних розробок для виконання курсових проектів на кафедрі «Процеси і апарати хімічної технології».

## **1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

Дисципліна «Процеси і апарати хімічних виробництв» – важливіша в системі підготовки інженерів-механіків різних напрямків для хімічної та споріднених їй галузей промисловості. До виконання курсового проекту студенти приступають після прослуховування всього циклу лекцій, виконання необхідних практичних і лабораторних робіт, а також успішного складання іспиту з курсу. Виконанням та захистом курсового проекту завершується вивчення дисципліни, але надбанні знання використовуються у наступних курсових роботах і проектах з профільюючих дисциплін і на кінцевій стадії навчання у навчальному закладі – дипломному проектуванні.

### ***Мета курсового проектування:***

- поглиблення та закріплення теоретичних і практичних знань з курсу;
- набування уміння застосовувати одержані знання для самостійного вирішення інженерних задач;
- засвоєння навичок практичної роботи інженера – проектанта.

### ***Задачі курсового проектування:***

- ознайомитися з сучасними конструкціями хімічної та технологічної апаратури, існуючою періодичною та довідковою літературою, методичними вказівками, діючими стандартами та нормами;
- проаналізувати одержану інформацію для обґрунтованого вибору процесу та його апаратного оформлення;
- виконати необхідні розрахунки і розробити креслення.

### ***Організація курсового проектування.***

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

Одержувати завдання на курсовий проект, студент повинен вивчити за рекомендованою літературою запропонований до розробки процес та його апаратне оформлення, здійснити обґрунтований вибір технологічної системи і апаратури. Підсумком виконання цього етапу є оформлення відповідних розділів пояснювальної записки обсягом до 35 сторінок формату А4, двох аркушів графічної частини проекту формату А1 (технологічна схема установки та загальний вигляд апарату). Вимоги до змісту і оформлення пояснювальної записки та графічної частини проекту наведені в Методичні вказівки до оформлення курсового проекту з курсу «Основні процеси і апарати хімічної технології».

Питання, які виникають під час роботи над курсовим проектом, студенти з'ясовують з викладачем – керівником курсового проекту. Керівник не повинен підміняти студента в пошуках рішення поставленої задачі, а його мета – направити роботу проектанта на прийняття грамотного інженерного рішення.

Закінчені та оформлені 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 (не менше двох викладачів кафедри) у строки, згідно з розкладом занять.

## 2. ВИБІР ВАРІАНТА ЗАВДАННЯ

Номер завдання визначається **останньою** цифрою номера залікової книжки студента, а номер варіанта завдання – **передостанньою** цифрою залікової книжки.

Приклад. Студент Івашкевич В.В. має залікову книжку за номером  
завдання з вихідними параметрами згідно з варіантом 7 для цього завдання.

№ 09274. Він повинен виконати 4

### 3. СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Для виконання курсового проекту можна використовувати будь-яку літературу з теми, а також кафедральні методичні розробки. Нижче наведена рекомендована найбільш розповсюджена література.

#### *Загальна*

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1971. – 784 с.
2. Плановский А.Н., Рамм В.М., Каган С.З. Процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1968. – 848 с.
3. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1987. – 576 с.
4. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию / Г.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский и др. Под ред. Ю.И. Дытнерского. – М.: Химия, 1991. – 496 с.
5. Иоффе И.Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1991. – 352 с.
6. Тютюнников А.Б., Товажнянский Л.Л., Готлинская А.П. Основы расчета и конструирования массообменных колон. – К.: Выща шк., 1989.– 223 с.
7. Лацинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. – Л.: Машиностроение, 1970. – 752 с.
8. Лацинский А.А. Конструирование сварных химических аппаратов: Справочник. – Л.: Машиностроение, 1981. – 382 с.
9. Бретшнайдер С. Свойства газов и жидкостей. Инженерные методы расчета. – Л.: Химия, 1966. – 536 с.
10. Викторов М.М. Методы вычисления физико-химических величин и прикладные расчеты. – Л.: Химия, 1977. – 360 с.
11. Зайцев И.Д., Асеев Г.Г. Физико-химические свойства бинарных и многокомпонентных растворов неорганических веществ: Справочник. – М.: Химия, 1988. – 416 с.
12. Перри Дж. Справочник инженера-химика. Т.1.– М.: Химия, 1969. – 640 с.
13. Чернобыльский И.И. Машины и аппараты химических производств. – М.: Машиностроение, 1975. – 453 с.
14. Варгафтик Н.Б. Теплофизические свойства веществ: Справочник. – М.: Госэнергоиздат, 1963. – 367 с.

### *До розділу «Теплопередача»*

1. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. – М.: Энергия, 1973. – 319 с.
2. Кичичин М.А., Костенко Г.Н. Теплообменные аппараты и выпарные установки. – М. Госэнергоиздат, 1955. – 384 с.
3. Григорьев В.А., Колач Т.А., Соколовский В.С. и др. Краткий справочник по теплообменным аппаратам. – М.: Госэнергоиздат, 1962. – 385 с.

### *До розділу «Выпарні установки»*

1. Колач Т.А., Радун Д.В. Выпарные станции. – М.: Машиздат, 1973. – 400 с.
2. Чернобыльский И.И. Выпарные установки. – К.: Высш. шк., 1970. – 240 с.

### *До розділу «Ректифікаційні установки»*

1. Коган В.В. Справочник по равновесию между жидкостью и паром. – Л.: ГХИ, 1957. – 497 с.
2. Александров И.А. Ректификационные и абсорбционные аппараты. – М.: Химия, 1971. – 295 с.
3. Евтафьев А.Г. Ректификационные установки. – М.: Матгиз, 1983. – 280 с.

### *До розділу «Абсорбційні установки»*

1. Рамм В.М. Абсорбция газов. – М.: Химия, 1966. – 655 с.
2. Хоблер Т. Массопередача и абсорбция. – Л.: Химия, 1970. – 536 с.
3. Коробчанский И.Е., Кузнецов М.Д. Расчет аппаратуры для улавливания химических продуктов коксования. – М.: Металлургия, 1972. – 394 с.

### *До розділу «Холодильні процеси»*

1. Бадылькес И.С., Данилов Р.Л. Абсорбционные холодильные машины. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 356 с.
2. Будневич С.С. Процессы глубокого охлаждения. – М.-Л.: Машиностроение, 1966. – 260 с.
3. Розенфельд Л.Г. Холодильные машины и аппараты. – М.: Изд. торговой литературы, 1960. – 656 с.
4. Малков М.П., Данилов И.Б., Зельдович А.Г., Фрадков А.Б. Справочник по физико-технологическим основам глубокого охлаждения. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1963. – 416 с.
5. Герш С.Я. Глубокое охлаждение. Т. I. II. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1960. – 495 с.
6. Холодильные машины / Под ред. Кошкина Н.Н. – М.: Пищепромиздат, 1973. – 750 с.

## ЗАВДАННЯ 1

Розрахувати ректифікаційну установку періодичної дії для розділення бінарної суміші в кількості  $G_f$ , тонн. Тривалість операції  $\tau$ . Вміст легколеткого компонента у вихідній суміші  $x_t$ , у верхньому продукті –  $x_p$ , в нижньому –  $x_w$  (всі проценти масові). Тиск у колоні – атмосферний. Кип'ятильник обігривається водяною насиченою парою; охолоджуюче середовище в дефлегматорі і холодильниках – оборотна вода. Тиск гріючої пари, початкову і кінцеву температури прийняти обґрунтовано. Тип колони та умови конденсації пари в дефлегматорі наведено в таблиці.

Передостання цифра номера залікової книжки	Апарат, що проектується	Вихідна суміш	$G_f$ , тон	$x_t$ , % мас.	$x_p$ , % мас.	$x_w$ , % мас.	$\tau$ , год	Тип колони та контактних елементів	Конденсація пари в дефлегматорі
0	дефлегматор	ацетон-бензол	15	30	94	4	5	насадкова	часткова
1	колона	ацетон-вода	14	28	95	4	4	насадкова, кільця Рашига 25x25x3, навалом	часткова
2	кип'ятильник	хлороформ-вода	12	40	93	5	3	тарілчаста	часткова
3	колона	етилацетат – оцтова кислота	16	25	94	5	5	тарілчаста, ковпачкові	повна
4	холодильник-конденсатор	хлороформ бензол	10	35	96	3	3	тарілчаста	повна
5	колона	метиловий спирт-вода	13	32	94	3	4	тарілчаста, ситчасті тарілки	часткова
6	колона	метанол-етанол	11	27	91	5	4	насадкова, кільця Рашига 50x50x5 упорядковані	повна
7	дефлегматор	вода-оцтова кислота	8	38	94	5	3	насадкова	часткова
8	кип'ятильник	бензол-толуол	10	42	95	4	3	насадкова	повна
9	холодильник-конденсатор	ксилол-толуол	14	34	96	4	5	тарілчаста	часткова



## ЗАВДАННЯ 2

Розрахувати установку для одержання  $G$ , кг/год скрапленого повітря. Початкова температура повітря  $T_1$  К, тиск  $P_1=0,1$  МПа. Після компресора тиск повітря  $P_2$  МПа; після розширення в дроселі та детандері тиск зменшується до початкового  $P_1$ . Для циклу з попереднім аміачним охолодженням температура після аміачного теплообмінника  $t_{ам}$ , °С. Для циклів з детандером термодинамічний ККД детандера  $\eta$ . Початкова температура охолоджуючої води, яка надходить у холодильники після ступенів компресора,  $t_b$ , °С.

Передостання цифра номера залікової книжки	Цикл	Апарат, що проектується	$G$ , кг/год	$T_1$ , К	$P_2$ , МПа	$t_{ам}$ , °С	$\eta$	$t_b$ , °С
0	Лінде	основний теплообмінник	200	300	20	–	–	–
1	Лінде з аміачним охолодженням	попередній теплообмінник	220	290	20	232	–	–
2	Лінде з аміачним охолодженням	аміачний теплообмінник	250	280	18	243	–	–
3	Лінде з аміачним охолодженням	основний теплообмінник	230	285	19	238	–	–
4	Клода	основний теплообмінник	300	195	6	–	0,65	–
5	Клода	попередній теплообмінник	270	290	5	–	0,65	–
6	Клода	теплообмінник після першого ступеня стискання	180	300	4	–	0,65	20
7	Гейладта	основний теплообмінник	240	293	20	–	0,7	–
8	Гейладта	теплообмінник після першого ступеня стискання	210	283	20	–	0,7	15
9	Капіці	основний теплообмінник	260	290	0,8	–	0,85	–

### ЗАВДАННЯ 3

Розрахувати двокорпусну випарну установку продуктивністю  $G$ , кг/с розбавленого водяного розчину від початкової  $x_n$ , % мас. до кінцевої  $x_k$ , % мас. концентрації. Тиск гріючої пари  $P_{zn}$ , МПа, тиск у барометричному конденсаторі  $P_{бк}$ , МПа. Розчин надходить у перший корпус підігрітим у підігрівачі від початкової  $t_n=25^\circ\text{C}$  до кінцевої  $t_k$ ,  $^\circ\text{C}$  температури. Початкова температура охолоджуючої води  $t_b$ ,  $^\circ\text{C}$ . Екстра – пара першого корпусу  $E$ , кг/с.

Передостання цифра номера залікової книжки	Апарат, що проектується	$G$ , кг/с	Розчинена речовина	$x_n$ , % мас.	$x_k$ , % мас.	$P_{zn}$ , МПа	$P_{бк}$ , МПа	$t_k$ , $^\circ\text{C}$	$t_b$ , $^\circ\text{C}$	$E$ , кг/с
0	підігрівач кожух трубний	5	$\text{K}_2\text{CO}_3$	8	35	0,6	0,016	$t_{\text{кип}}^*$	27	1
1	підігрівач двотрубний	4	$\text{CaCl}_2$	9	25	0,55	0,02	$t_{\text{кип}}^*$	25	0,5
2	перший корпус	6	$\text{NaOH}$	10	30	0,63	0,025	80	26	0,9
3	другий корпус	7	$\text{NaCl}$	11	25	0,58	0,03	85	24	0,8
4	конденсатор змішування	10	$\text{KCl}$	12	27	0,54	0,027	70	23	1,5
5	перший корпус	8	$\text{MgCl}_2$	9	31	0,5	0,02	95	21	0,7
6	підігрівач	9	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	8	33	0,6	0,03	$t_{\text{кип}}^*$	20	0,75
7	другий корпус	7,5	$\text{NaNO}_3$	10	29	0,62	0,026	82	30	0,8
8	конденсатор поверхневий	6,5	$\text{KOH}$	7	30	0,59	0,1	87	22	0,4
9	перший корпус	8,5	$\text{KNO}_3$	9	31	0,57	0,023	90	24	0,6

$t_{\text{кип}}^*$  – визначити в розрахунках

#### ЗАВДАННЯ 4

Розрахувати установку для уловлювання компонента А з його суміші з повітря водою за наступних умов: продуктивність по суміші при нормальних умовах  $V_0$ , м<sup>3</sup>/год; вміст компонента А на вході в абсорбер  $y_{п}$ , % об.; степінь очистки  $C_0$ ; степінь регенерації абсорбенту  $C_p$ . Абсорбція ізотермічна, середня температура процесу  $t_{сер}$ , °С.

Передостання цифра номера залікової книжки	$V_0$ , м <sup>3</sup> /год	Компонент А	$y_{п}$ , % об	$C_0$	$C_p$	$t_{сер}$ , °С	Типи основного проектованого апарата
0	6000	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	4,7	0,92	0,92	22	Барботажний
1	7000	CO <sub>2</sub>	5,1	0,87	0,91	20	Насадковий
2	8000	H <sub>2</sub> S	4,5	0,91	0,93	24	Барботажний
3	9000	NH <sub>3</sub>	9,5	0,93	0,95	25	Насадковий
4	6500	CH <sub>3</sub> OH	8,2	0,82	0,91	24	Барботажний
5	7500	SO <sub>2</sub>	4,9	0,89	0,87	22	Насадковий
6	8500	NH <sub>3</sub>	10,2	0,95	0,92	23	Барботажний
7	7700	Br	6,4	0,85	0,88	20	Насадковий
8	8200	CH <sub>3</sub> OH	7,9	0,94	0,94	21	Насадковий
9	5500	Br	5,4	0,88	0,91	19	Барботажний

## ЗАВДАННЯ 5

Розрахувати ректифікаційну установку безпосередньої дії для розділення рідкої бінарної суміші продуктивністю  $G_F$ , т/год. Вміст низько-киплячого компонента у вихідній суміші  $x_f$ , % мас., у дистилаті  $x_p$ , % мас., у кубовому залишку  $x_w$ , % мас. Охолодження у відповідних апаратах здійснюється оборотною водою. Тиск у колоні – атмосферний. Тип колони, контактних елементів та умов конденсації пари в дефлегматорі наведено в таблиці.

Передостання цифра номера залікової книжки	Апарат, що проектується	Вихідна суміш	$G_F$ , т/год	$x_f$ , % мас.	$x_p$ , % мас.	$x_w$ , % мас.	Тип колони та контактних елементів	Конденсація пари в дефлегматорі
0	дефлегматор	ацетон-бензол	10,0	35	85	6	тарілчаста	часткова
1	колона	ацетон-вода	9,0	38	93	5	тарілчаста, провальна	повна
2	підігрівач вихідної суміші	ацетон-метанол	8,0	40	70	5	тарілчаста	повна
3	холодильник – конденсатор	метанол бензол	8,5	20	60	4	насадкова	часткова
4	колона	хлороформ-бензол	8,7	43	96	4	насадкова, кільця 35x35x4	часткова
5	дефлегматор	сірковуглець-чотири хлористий вуглець	7,4	43	92	3	насадкова	повна
6	колона	етанол-вода	13,0	12	90	3	насадкова, кільця 50x50x5	часткова
7	колона	метанол-вода	11,0	20	95	5	тарілчаста	повна
8	кип'ятильник	метанол-етанол		30	92	4	насадкова	часткова
9	холодильник кубового залишку	вода-оцтова кислота	9,5	30	93	9	тарілчаста	повна

## ЗАВДАННЯ 6

Розрахувати трикорпусну випарну установку для концентрування  $G$ , т/год водного розчину речовини А. Початкова концентрація розчину  $x_{п}$ , % мас., кінцева –  $x_{к}$ , % мас. Екстра-пара першого корпусу  $E_1$ , кг/с, другого –  $E_2$  кг/с. Розчин подається на установку підігрітим від початкової  $t_{п}=25^{\circ}\text{C}$  до температури кипіння (визначити). Тиск вторинної пари у паровому просторі останнього корпусу  $P_{вп}$ , МПа, тиск грійучої пари першого корпусу  $P_1$ , МПа. Температура охолоджуючої води  $t_{в}$ ,  $^{\circ}\text{C}$ .

Передостання цифра номера залікової книжки	Апарат, що проектується	$G$ , т/год	Речовина А	$P_1$ , МПа	$P_{вп}$ , МПа	$x_{п}$ , % мас.	$x_{к}$ , % мас.	$E_1$ , кг/с	$E_2$ , кг/с
0	перший корпус	12	КОН	0,6	0,02	10	30	–	1
1	другий корпус	15	NaCl	0,6	0,016	8	35	1,2	0,9
2	третій корпус	14	KCl	0,55	0,03	9	20	1,1	–
3	конденсатор кожухотрубний	21	NaNO <sub>3</sub>	0,58	0,025	11	25	1,7	1,3
4	конденсатор змішування	25	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	0,63	0,027	10	30	–	1,5
5	підігрівач	20	CaCl <sub>2</sub>	0,62	0,02	7	30	1,8	1,2
6	підігрівач елементний	22	KNO <sub>3</sub>	0,61	0,017	12	27	–	–
7	перший корпус	18	NaOH	0,54	0,018	9	31	2	–
8	підігрівач двотрубний	17	MgCl <sub>2</sub>	0,6	0,015	8	33	1,5	1,1
9	другий корпус	19	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,6	0,019	10	29	1,3	1,3

## ЗАВДАННЯ 7

Розрахувати абсорбційно-холодильну установку холодопродуктивністю  $Q_0$ , кВт для охолодження середовища від  $t_n$  до  $t_k$ , °С. Початкова температура охолоджуючої води  $t_b$ , °С. Температура гріючої пари  $t_{гп}$ , °С. Робочий розчин – водо-аміачний.

Передостання цифра номера залікової книжки	Апарат, що проектується	$Q_0$ , кВт	Середовище	$t_n$ , °С	$t_k$ , °С	$t_b$ , °С	$t_{гп}$ , °С
0	абсорбер	100	сірковуглець	-5	-20	15	150
1	випарник	110	ацетон	0	-10	10	160
2	холодильник-конденсатор	120	етанол	5	-15	10	155
3	кип'ятильник	130	NaCl 15% розчин	10	-10	15	140
4	випарник	140	CaCl <sub>2</sub> 15% розчин	10	-20	10	145
5	холодильник-конденсатор	105	толуол	10	-10	20	150
6	абсорбер	115	етилацетат	5	-15	9	160
7	випарник	125	ацетон	5	-10	13	155
8	абсорбер	135	CaCl <sub>2</sub> 30% розчин	5	-10	17	140
9	генератор-кип'ятильник	145	сірковуглець	-5	-15	18	145

## ЗАВДАННЯ 8

Розрахувати однокорпусну випарну установку продуктивністю  $G_p$  розбавленого водяного розчину від початкової  $x_p$ , % мас. до кінцевої концентрації  $x_k$ , % мас. Тиск у паровому просторі  $P_a$ , МПа, тиск гріючої пари  $P_r$ , МПа. Розчин переходить у випарний апарат підігрітим у підігрівачі від початкової  $t_p$ , °С до кінцевої температури  $t_k$ , °С. Початкова температура охолоджуючої води, що подається в конденсатор,  $t_b$ , °С, а кінцеву – обґрунтовано вибрати. Спроекувати вказаний апарат.

Передостання цифра номера залікової книжки	Розчинена речовина	$G_p$ , кг/с	$X_p$ , % мас.	$x_k$ , % мас.	$P_r$ , МПа	$P_a$ , МПа	$t_b$ , °С	$t_p$ , °С	$t_k$ , °С	Апарат, що проектується
0	KNO <sub>3</sub>	1,25	5	40	0,4	0,07	18	20	90	випарний апарат
1	NaCl	2,12	7	20	0,6	0,09	19	25	$t_{кип}^*$	підігрівач двотрубний
2	NaNO <sub>3</sub>	3,07	10	30	0,5	0,06	20	30	85	випарний апарат
3	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	4,08	8	30	0,54	0,1	20	25	95	конденсатор двотрубний
4	MgCl <sub>2</sub>	2,54	4	15	0,47	0,08	17	20	80	випарний апарат
5	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1,95	6	25	0,6	0,1	18	30	$t_{кип}^*$	підігрівач кожухотрубний
6	KCl	3,46	15	20	0,45	0,04	20	20	100	конденсатор змішування
7	CaCl <sub>2</sub>	1,87	9	25	0,4	0,05	25	30	85	випарний апарат
8	KOH	1,53	7	15	0,5	0,2	22	25	$t_{кип}^*$	підігрівач елементний
9	NaOH	3,87	12	20	0,45	0,15	24	20	25	випарний апарат

$t_{кип}^*$  – визначити в розрахунках

## ЗАВДАННЯ 9

Розрахувати установку для абсорбції компонента А з суміші з повітрям при наступних умовах:  $V$ , м<sup>3</sup>/год; початковий вміст компонента А в газовій суміші  $Y_{п}$ , % об.; ступінь абсорбції (вилучення)  $C_{п}$ , %, ступінь регенерації абсорбенту  $C_{р}$ , %. Абсорбція ізотермічна, середня температура процесу  $t_{сер}$ , °С. Тиск газової суміші, що надходить на очищення, а також поглинач, вибрати обґрунтовано. Вихідні дані до завдання наведені в таблиці.

Передостання цифра номера залікової книжки	$V$ , м <sup>3</sup> /год	Компонент А	$Y_{п}$ , %	$C_{р}$ , %	$C_{п}$ , %	$t_{сер}$ , °С	Тип основного апарата
0	4500	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	7,2	0,915	0,941	20	Насадковий
1	5300	CO <sub>2</sub>	5,6	0,941	0,954	22	Насадковий
2	8000	NH <sub>3</sub>	13,8	0,945	0,923	20	Насадковий
3	9000	H <sub>2</sub> S	6,4	0,937	0,927	22	Насадковий
4	7000	SO <sub>2</sub>	6,1	0,935	0,931	21	Насадковий
5	5000	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	6,8	0,931	0,935	23	Барботажний
6	5800	CO <sub>2</sub>	6,3	0,927	0,937	21	Барботажний
7	8500	NH <sub>3</sub>	11,2	0,923	0,945	23	Барботажний
8	9500	H <sub>2</sub> S	4,8	0,954	0,941	22	Барботажний
9	7500	SO <sub>2</sub>	5,7	0,941	0,915	24	Барботажний



## ЗАВДАННЯ 0

Розрахувати компресійно-холодильну установку для охолодження  $G$  кг/год середовища від початкової температури  $t_n$ , °C до кінцевої  $t_k$ , °C. Температура охолоджуючої води  $t_b$ , °C, кінцеву – обґрунтовано вибрати. Температура переохолодження на 5 град нижче температури конденсації холодоагенту. Холодильний агент, спосіб роботи установки та проєктований апарат взяти із таблиці.

Передостання цифра номера залікової книжки	Спосіб роботи	Холодильний агент	Середовище, що охолоджується	Продуктивність $G$ , кг/год	$t_n$ , °C	$t_k$ , °C	$t_b$ , °C	Апарат, що проєктується
0	вологий з перехолодженням	фреон 12	Етанол	500	5	-10	10	холодильник-конденсатор
1	сухий	аміак	15% розчин NaCl	600	7	-10	20	випарник
2	сухий з перехолодженням	аміак	Ацетон	700	10	-5	15	холодильник-конденсатор
3	вологий	аміак	Етанол	650	8	-15	20	конденсатор
4	вологий	фреон 12	10% розчин NaCl	800	6	-5	10	конденсатор
5	сухий	фреон 12	30% розчин CaCl <sub>2</sub>	730	4	-15	20	холодильник-конденсатор
6	вологий з переохолодженням	аміак	Ацетон	570	12	-10	15	випарник
7	сухий	фреон 12	15% розчин CaCl <sub>2</sub>	850	15	-10	12	холодильник-конденсатор
8	сухий з переохолодженням	аміак	Толуол	900	10	-5	17	випарник
9	вологий	аміак	Сірковуглець	820	13	-20	14	конденсатор

