

КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ

Факультет біотехнології і біотехніки

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан факультету біотехнології і біотехніки

\_\_\_\_\_ О. М. Дуган  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 р.

\_\_\_\_\_ О. М. Дуган  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 р.

**Курсовий проект з навчальної дисципліни “Процеси, апарати та устаткування виробництв галузі”**

**ІІІ. 07.01**

**РОБОЧА ПРОГРАМА**

**Кредитного модуля**

Підготовки	бакалаврів
Напряму	6.051401 – Біотехнологія
Програми професійного спрямування	“Промислова біотехнологія”, “Молекулярна біотехнологія”, “Екологічна біотехнологія та біоенергетика”
Форми навчання	денна

Ухвалено методичною комісією  
факультету біотехнології і біотехніки

Протокол від\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_ 2015 р.

№\_\_\_\_\_

Голова методичної комісії

\_\_\_\_\_ І. Р. Клечак

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 р.

Робоча програма курсового проекту з навчальної дисципліни **“Процеси, апарати та устаткування виробництв галузі”**

Для студентів за напрямом підготовки 6.051401 – Біотехнологія

Програми професійного спрямування “Промислова біотехнологія”,  
“Молекулярна біотехнологія”, “Екологічна біотехнологія та біоенергетика”

Освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, за денною формою навчання

Складена відповідно до програми навчальної дисципліни **Процеси, апарати та устаткування виробництв галузі”**

Розробники програми:

Доцент, канд.. техн.. наук, доцент Ружинська Людмила Іванівна \_\_\_\_\_

Програму затверджено на засіданні

кафедри біотехніки та інженерії

Протокол від « 30 » червня 2015 р. № 12

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ В.М Мельник

(підпис)

« 30 » червня 2015 р.

## Опис кредитного модуля

Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Загальні показники	Характеристика кредитного модуля
Галузь знань 0514– Біотехнологія	Назва дисципліни, до якої належить кредитний модуль <b>Процеси, апарати та устаткування виробництв галузі”</b>	Форма навчання <u>денна</u>
Напрямок підготовки 6.051401 – Біотехнологія	Кількість кредитів ECTS <u>1,5</u>	Статус кредитного модуля <u>нормативний</u>
програма професійного спрямування “Промислова біотехнологія”, “Молекулярна біотехнологія”, “Екологічна біотехнологія та біоенергетика”		Цикл, до якого належить кредитний модуль <u>професійної та практичної підготовки</u>
		Рік підготовки 3
		Семестр VI
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр	Загальна кількість годин <u>45 год.</u>	Самостійна робота <u>45 год.</u>
	Тижневих годин:  СРС                    2,5 год.	Вид та форма семестрового контролю <u>усний диф. залік</u>

## Мета та завдання кредитного модуля

2.1. Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей:

- здійснювати оптимальний вибір конструкцій апаратів, устаткування біотехнологічних виробництв для реалізації заданих технологічних процесів;
- складати та оформляти технічну документацію (пояснювальної записки, графічної частини: апаратурних схем, креслень загального виду і основних вузлів);
- використовувати сучасне програмне забезпечення для виконання текстових та графічних документів).

2.2. Основні завдання кредитного модуля

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти в результаті виконання курсового проекту мають продемонструвати такі результати навчання:

### **знання:**

- конструкцій апаратів для реалізації механічних, гідромеханічних, тепло- та масообмінних процесів і особливості їх розрахунку.
- принципамів і методик технологічного розрахунку типової апаратури біотехнологічних виробництв;
- змісту, форми та порядку оформлення проектних документів.

### **уміння:**

- оформляти конструкторські документи відповідно до вимог діючих стандартів та виконання конструкторських документів за допомогою систем автоматизованого проектування;
- виконувати за прийнятими методиками розрахунок апаратів;
- на основі аналізу варіантів здійснювати оптимальний вибір конструктивних схем апаратів для реалізації заданих процесів технологічної схеми.
- під час розробки технічної пропозиції, ескізного та технічного проектів і робочої конструкторської документації, використовуючи комп'ютерну техніку та сучасне програмне забезпечення виконувати текстові та графічні документи: пояснювальну записку, апаратурну схему, креслення загального виду і основних вузлів.

### **досвід:**

- розрахунку типової апаратури біотехнологічних виробництв;
- роботи з технічною та спеціальною літературою, оформлення звітної технічної документації відповідно до вимог стандартів;
- прийняття технічних рішень, їх інженерного обґрунтування і доказового захисту.

### 3. Графік виконання курсового проекту

Тиждень семестру	Назва етапу роботи	Навчальний час
2	Отримання теми та завдання	1
3-5	Підбір та вивчення літератури	6
6	Виконання розділу 1-2	3
7	Виконання розділу 3	3
8-9	Виконання розділу 4	6
10	Виконання розділу 5	3
11	Виконання розділу 6	3
12	Виконання розділу 7	3
13-15	Виконання графічної частини проекту	14
16	Подання курсового проекту на перевірку	2
17	Захист курсового проекту	1

### 4. Перелік тем (варіантів вихідних даних)

#### Варіант 1

Спроекувати змішувач для приготування  $V_p = 1 \text{ м}^3$  емульсії піногасника для виробництва хлібопекарських дріжджів. Густина емульсії  $\rho = 1150 \text{ кг/м}^3$ , коефіцієнт динамічної в'язкості  $\mu = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ . Коефіцієнт заповнення апарату  $K_3 = 0,7$ , частота обертання мішалки  $n = 3 \text{ с}^{-1}$ . Розрахунок виконуємо для відкритої турбінної шестилопатевої мішалки.

#### Варіант 2

Спроекувати змішувач змішувача для приготування  $V_p = 0,45 \text{ м}^3$  розчину хлористого калію у воді. Густина розчину  $\rho = 1150 \text{ кг/м}^3$ , коефіцієнт динамічної в'язкості  $\mu = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ . Коефіцієнт заповнення апарату  $K_3 = 0,7$ , частота обертання мішалки  $n = 3 \text{ с}^{-1}$ . Розрахунок виконуємо для двох варіантів мішалок гвинтової та відкритої турбінної шестилопатевої.

#### Варіант 3

Спроекувати змішувач для приготування  $V_p = 3,4 \text{ м}^3$  підливного середовища виробництва лимонної кислоти. Густина підливного середовища  $\rho = 1150 \text{ кг/м}^3$ , коефіцієнт динамічної в'язкості  $\mu = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ . Коефіцієнт заповнення апарату  $K_3 = 0,7$ , частота обертання мішалки  $n = 3 \text{ с}^{-1}$ . Розрахунок виконуємо для відкритої турбінної шестилопатевої мішалки.

#### Варіант 4

Спроекувати ферментер для проведення процесу біосинтезу  $V_p = 3,6 \text{ м}^3$  лимонної кислоти. Густина культуральної рідини  $\rho = 1050 \text{ кг/м}^3$ , коефіцієнт

динамічної в'язкості  $\mu = 1,55 \cdot 10^{-3}$  Па с. Коефіцієнт заповнення апарату  $K_3 = 0,7$ , кількість мішалок  $m=2$ , частота обертання валу мішалок  $n=3$  с<sup>-1</sup>. Розрахунок виконуємо для відкритих турбінних шестилопатевих мішалок

### **Варіант 5**

Спроекувати інокулятор для вирощування посівного матеріалу виробництва лізину  $V_p = 6,4$  м<sup>3</sup>. Густина середовища в інокуляторі  $\rho = 1050$  кг/м<sup>3</sup>, коефіцієнт динамічної в'язкості  $\mu = 1,55 \cdot 10^{-3}$  Па с. Коефіцієнт заповнення апарату  $K_3 = 0,7$ , кількість мішалок  $m=2$ , частота обертання валу мішалок  $n=3$  с<sup>-1</sup>. Розрахунок виконуємо для відкритих турбінних шестилопатевих мішалок

### **Варіант 6**

Спроекувати вертикальний кожухотрубний теплообмінник-підігрівач культуральної рідини виробництва лізину. Витрати культуральної рідини  $G_2=80$  т/год, початкова температура  $t_{2H}=35^\circ\text{C}$ , кінцева температура  $t_{1K}=70^\circ$ , гарячий теплоносій - вода з початковою температурою  $t_{1H}=95^\circ\text{C}$  і кінцевою  $t_{1K}=85^\circ\text{C}$ .

### **Схема руху тепло Варіант 7**

Спроекувати пластинчатий теплообмінник-рекуператор установки неперервної стерилізації живильного середовища виробництва лізину з бурячної меляси. Витрати стерильного живильного середовища  $G_1=60$  т/год, початкова температура стерильного живильного середовища  $t_{1H}=135^\circ\text{C}$ , кінцева температура  $t_{1K}=70^\circ\text{C}$ . Холодний теплоносій - нестерильне живильне середовище з початковою температурою  $t_{2H}=18^\circ\text{C}$  і кінцевою  $t_{2K}=24^\circ\text{C}$ .

Схема руху теплоносіїв – протитечія.

### **Варіант 8**

Спроекувати пластинчатий теплообмінник-холодильник установки неперервної стерилізації живильного середовища виробництва лимонної кислоти з бурячної меляси. Витрати стерильного живильного середовища  $G_1=80$  т/год, початкова температура стерильного живильного середовища  $t_{1H}=75^\circ\text{C}$ , кінцева температура  $t_{1K}=36^\circ\text{C}$ . Холодний теплоносій - вода з початковою температурою  $t_{2H}=18^\circ\text{C}$  і кінцевою  $t_{2K}=24^\circ\text{C}$ .

### **Варіант 9**

Спроекувати горизонтальний кожухотрубний теплообмінник для підігрівання 10% розчину молочної кислоти. Витрати розчину  $G_2=60$  т/год, початкова температура розчину  $t_{2H}=35^\circ\text{C}$ , кінцева температура  $t_{2K}=70^\circ\text{C}$ . гарячий теплоносій – насичена водяна пара, абсолютний тиск пари- $p_0=0,2$  МПа.

### **Варіант 10**

Спроекувати пластинчатий теплообмінник-рекуператор установки неперервної стерилізації живильного середовища виробництва лізину з бурячної меляси. Витрати стерильного живильного середовища  $G_1=60$  т/год, початкова температура стерильного живильного середовища  $t_{1Н}=135^{\circ}\text{C}$ , кінцева температура  $t_{1К}=70^{\circ}\text{C}$ . Холодний теплоносій - нестерильне живильне середовище з початковою температурою  $t_{2Н}=18^{\circ}\text{C}$  і кінцевою  $t_{2К}=24^{\circ}\text{C}$ .

Схема руху теплоносіїв –протитечія.

### **Варіант 11**

Спроекувати двокорпусну випарну установку для концентрування культуральної рідини виробництва лізину. Продуктивність випарної установки за вихідним розчином  $G_H=60$  т/год, початкова концентрація розчину  $a_H=6\%$ , кінцева -  $a_K=40\%$ . Температура розчину, що надходить в установку  $t_H=35^{\circ}\text{C}$ , абсолютний тиск у конденсаторі  $p_0=0,013\text{МПа}$ , абсолютний тиск гріючої пари  $p_{ГР}=0,12$ .

### **Варіант 12**

Спроекувати двокорпусну випарну установку для концентрування культуральної рідини виробництва лізину. Продуктивність випарної установки за вихідним розчином  $G_H=60$  т/год, початкова концентрація розчину  $a_H=6\%$ , кінцева -  $a_K=40\%$ . Температура розчину, що надходить в установку  $t_H=35^{\circ}\text{C}$ , абсолютний тиск у конденсаторі  $p_0=0,013\text{МПа}$ , абсолютний тиск гріючої пари  $p_{ГР}=0,12$  МПа.

### **Варіант 13**

Спроекувати трикорпусну випарну установку для концентрування розчину лимонної кислоти. Продуктивність випарної установки за вихідним розчином  $G_H=70$  т/год, початкова концентрація розчину  $a_H=5\%$ , кінцева -  $a_K=30\%$ . Температура розчину, що надходить в установку  $t_H=35^{\circ}\text{C}$ , абсолютний тиск у конденсаторі  $p_0=0,015\text{МПа}$ , абсолютний тиск гріючої пари  $p_{ГР}=0,2$  МПа.

### **Варіант 14**

Спроекувати вакуум-випарну установку для концентрування розчину молочної кислоти. Продуктивність випарної установки за вихідним розчином  $G_H=30$  т/год, початкова концентрація розчину  $a_H=5\%$ , кінцева -  $a_K=20\%$ . Температура розчину, що надходить в установку  $t_H=45^\circ\text{C}$ , абсолютний тиск у конденсаторі  $p_0=0,012\text{МПа}$ , абсолютний тиск гріючої пари  $p_{ГР}=0,15\text{МПа}$ .

### **Варіант 15**

Спроекувати ректифікаційну колону із ковпаковими тарілками для розділення суміші етилового спирту та води. Суміш, що поступає в колону, містить  $x_F=30\%$  етилового спирту. Витрати суміші  $G_F=2500$  кг/год. Суміш поступає в колону при температурі кипіння. Вгорі колони відбирається етиловий спирт із вмістом  $x_P=90\%$  спирту. Знизу відбирається вода із вмістом  $x_W=5\%$  етилового спирту.

### **Варіант 16**

Спроекувати ректифікаційну колону із ковпаковими тарілками для розділення суміші етилового спирту та води. Суміш, що поступає в колону, містить  $x_F=30\%$  етилового спирту. Витрати суміші  $G_F=2500$  кг/год. Суміш поступає в колону при температурі кипіння. Вгорі колони відбирається етиловий спирт із вмістом  $x_P=90\%$  спирту. Знизу відбирається вода із вмістом  $x_W=5\%$  етилового спирту.

### **Варіант 17**

Спроекувати ректифікаційну колону із ковпаковими тарілками для розділення суміші етилового спирту та води. Суміш, що поступає в колону, містить  $x_F=30\%$  етилового спирту. Витрати суміші  $G_F=2500$  кг/год. Суміш поступає в колону при температурі кипіння. Вгорі колони відбирається етиловий спирт із вмістом  $x_P=90\%$  спирту. Знизу відбирається вода із вмістом  $x_W=5\%$  етилового спирту.

### **Варіант 18**

Спроекувати ректифікаційну колону із ковпаковими тарілками для розділення суміші етилового спирту та води. Суміш, що поступає в колону, містить  $x_F=35\%$  етилового спирту. Витрати суміші  $G_F=3500$  кг/год. Суміш



поступає в колону при температурі кипіння. Вгорі колони відбирається етиловий спирт із вмістом  $x_p=92\%$  спирту. Знизу відбирається вода із вмістом  $x_w=4\%$  етилового спирту.

### **Варіант 19**

Спроекувати ректифікаційну колону із ковпаковими тарілками для розділення суміші етилового спирту та води. Суміш, що поступає в колону, містить  $x_F=40\%$  етилового спирту. Витрати суміші  $G_F=4500$  кг/год. Суміш поступає в колону при температурі кипіння. Вгорі колони відбирається етиловий спирт із вмістом  $x_p=90\%$  спирту. Знизу відбирається вода із вмістом  $x_w=3\%$  етилового спирту.

### **Варіант 20**

Спроекувати ректифікаційну колону із ковпаковими тарілками для розділення суміші етилового спирту та води. Суміш, що поступає в колону, містить  $x_F=32\%$  етилового спирту. Витрати суміші  $G_F=3000$  кг/год. Суміш поступає в колону при температурі кипіння. Вгорі колони відбирається етиловий спирт із вмістом  $x_p=90\%$  спирту. Знизу відбирається вода із вмістом  $x_w=3\%$  етилового спирту.

### **Варіант 21**

Розрахувати насадковий абсорбер для поглинання водою діоксиду вуглецю із суміші його із повітрям. Температура процесу  $t=20^\circ\text{C}$ . Початковий вміст газу в суміші  $\bar{y}_n=5\%$ , а кінцеве –  $\bar{y}_k=0,27\%$ . Загальний тиск в абсорбері  $P=0,1$  МПа. Продуктивність за повітрям  $V=4200$  м<sup>3</sup>/год (при нормальних умовах). Вміст газу  $\text{CO}_2$  в воді, що поступає на абсорбцію  $\bar{x}_n=0,2\%$ . Питома витрата поглинача  $l=1,2$  кг/кг. Кокс у шматках

### **Варіант 22**

Розрахувати насадковий абсорбер для поглинання водою діоксиду вуглецю із суміші його із повітрям. Температура процесу  $t=25^\circ\text{C}$ . Початковий вміст газу в суміші  $\bar{y}_n=4,5\%$ , а кінцеве –  $\bar{y}_k=0,2\%$ . Загальний тиск в абсорбері  $P=0,1$  МПа. Продуктивність за повітрям  $V=5200$  м<sup>3</sup>/год (при нормальних умовах). Вміст

газу  $\text{CO}_2$  в воді, що поступає на абсорбцію  $\bar{x}_n = 0,22\%$ . Питома витрата поглиначача  $l = 1,4 \text{ кг/кг}$ . Тип насадки – кільця Рашига.

### **Варіант 23**

Розрахувати насадковий абсорбер для поглинання водою діоксиду вуглецю із суміші його із повітрям. Температура процесу  $t = 22^\circ\text{C}$ . Початковий вміст газу в суміші  $\bar{y}_n = 3,5\%$ , а кінцеве –  $\bar{y}_k = 0,25\%$ . Загальний тиск в абсорбері  $P = 0,1 \text{ МПа}$ . Продуктивність за повітрям  $V = 6000 \text{ м}^3/\text{год}$  (при нормальних умовах). Вміст газу  $\text{CO}_2$  в воді, що поступає на абсорбцію  $\bar{x}_n = 0,1\%$ . Питома витрата поглиначача  $l = 1,25 \text{ кг/кг}$ . Кокс у шматках.

### **Варіант 24**

Спроекувати розпилювальну сушарку для сушіння хлібопекарських дріжджів. Продуктивність сушарки за вологим продуктом  $G_H = 1000 \text{ кг/год}$ . Початкова вологість продукту  $w_H = 65\%$ , кінцева  $w_K = 6,5\%$ , початкова температура -  $t_H = 35^\circ\text{C}$ , сушильний агент- повітря. Сушарку планують встановлювати в м. Дніпропетровську.

### **Варіант 25**

Спроекувати сушарку для сушіння кормових дріжджів. Продуктивність сушарки за вологим продуктом  $G_H = 3000 \text{ кг/год}$ . Початкова вологість продукту  $w_H = 55\%$ , кінцева  $w_K = 6,5\%$ , початкова температура -  $t_H = 45^\circ\text{C}$ , сушильний агент- повітря. Сушарку планують встановлювати в м. Києві.

### **Варіант 26**

Спроекувати сушарку для сушіння концентрату лізину. Продуктивність сушарки за вологим продуктом  $G_H = 800 \text{ кг/год}$ . Початкова вологість продукту  $w_H = 65\%$ , кінцева  $w_K = 6,0\%$ , початкова температура -  $t_H = 25^\circ\text{C}$ , сушильний агент- повітря. Сушарку планують встановлювати в м. Миколаєві.

### **Варіант 27**

Спроекувати сушарку для сушіння хлібопекарських дріжджів. Продуктивність сушарки за вологим продуктом  $G_H=2000$  кг/год. Початкова вологість продукту  $w_H=50\%$ , кінцева  $w_K=6,5\%$ , початкова температура -  $t_H=20^\circ\text{C}$ , сушильний агент- повітря. Сушарку планують встановлювати в м. Донецьку.

### **Варіант 28**

Спроекувати сушарку для сушіння кормових дріжджів. Продуктивність сушарки за вологим продуктом  $G_H=1500$  кг/год. Початкова вологість продукту  $w_H=45\%$ , кінцева  $w_K=6,5\%$ , початкова температура -  $t_H=35^\circ\text{C}$ , сушильний агент- повітря. Сушарку планують встановлювати в м. Харькові.

### **Варіант 29**

Спроекувати сушарку для сушіння концентрату лізину. Продуктивність сушарки за вологим продуктом  $G_H=3000$  кг/год. Початкова вологість продукту  $w_H=55\%$ , кінцева  $w_K=6,5\%$ , початкова температура -  $t_H=45^\circ\text{C}$ , сушильний агент- повітря. Сушарку планують встановлювати в м. Дніпропетровську.

### **Варіант 30**

Спроекувати змішувач для приготування  $V_p=2,3\text{ м}^3$  емульсії піногасника для виробництва хлібопекарських дріжджів. Густина емульсії  $\rho=1150$  кг/м<sup>3</sup>, коефіцієнт динамічної в'язкості  $\mu=0,9 \cdot 10^{-3}$  Па с. Коефіцієнт заповнення апарату  $K_3=0,7$ , частота обертання мішалки  $n=3$  с<sup>-1</sup>. Розрахунок виконуємо для відкритої турбінної шестилопатевої мішалки.

### **Варіант 31**

Спроекувати змішувач для приготування  $V_p=3,5$  м<sup>3</sup> розчину хлористого натрію у воді. Густина розчину  $\rho=1150$  кг/м<sup>3</sup>, коефіцієнт динамічної в'язкості  $\mu=0,9 \cdot 10^{-3}$  Па с. Коефіцієнт заповнення апарату  $K_3=0,7$ , частота обертання мішалки  $n=3$  с<sup>-1</sup>. Розрахунок виконуємо для двох варіантів мішалок гвинтової та відкритої турбінної шестилопатевої.

### **Варіант 32**

Спроекувати змішувач для приготування  $V_p = 4,4 \text{ м}^3$  20% (за сухою речовиною) розчину меляси. Густина розчину  $\rho = 1150 \text{ кг/м}^3$ , коефіцієнт динамічної в'язкості  $\mu = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ Па с}$ . Коефіцієнт заповнення апарату  $K_3 = 0,7$ , частота обертання мішалки  $n = 3 \text{ с}^{-1}$ . Розрахунок виконуємо для відкритої турбінної шестилопатевої мішалки

### **Варіант 33**

Спроекувати ферментер для проведення процесу біосинтезу  $V_p = 56 \text{ м}^3$  лимонної кислоти. Густина культуральної рідини  $\rho = 1050 \text{ кг/м}^3$ , коефіцієнт динамічної в'язкості  $\mu = 1,55 \cdot 10^{-3} \text{ Па с}$ . Коефіцієнт заповнення апарату  $K_3 = 0,7$ , кількість мішалок  $m = 3$ , частота обертання валу мішалок  $n = 3 \text{ с}^{-1}$ . Розрахунок виконуємо для відкритих турбінних шестилопатевих мішалок

### **Варіант 34**

Спроекувати інокулятор для вирощування посівного матеріалу виробництва молочної кислоти  $V_p = 6,8 \text{ м}^3$ . Густина середовища в інокуляторі  $\rho = 1050 \text{ кг/м}^3$ , коефіцієнт динамічної в'язкості  $\mu = 1,55 \cdot 10^{-3} \text{ Па с}$ . Коефіцієнт заповнення апарату  $K_3 = 0,7$ , кількість мішалок  $m = 2$ , частота обертання валу мішалок  $n = 3,3 \text{ с}^{-1}$ . Розрахунок виконуємо для відкритих турбінних шестилопатевих мішалок.

### **Варіант 35**

Спроекувати вертикальний кожухотрубний теплообмінник-підігрівач культуральної рідини виробництва лимонної кислоти. Витрати культуральної рідини  $G_2 = 85 \text{ т/год}$ , початкова температура  $t_{2H} = 35^\circ\text{C}$ , кінцева температура  $t_{1K} = 70^\circ$ , гарячий теплоносій - вода з початковою температурою  $t_{1H} = 95^\circ\text{C}$  і кінцевою  $t_{1K} = 85^\circ\text{C}$ .

Схема руху теплоносіїв – протитечія.

### **Варіант 36**

Спроекувати пластинчатий теплообмінник-рекуператор установки неперервної стерилізації живильного середовища виробництва молочної кислоти з бурячної меляси. Витрати стерильного живильного середовища  $G_1 = 70 \text{ т/год}$ , початкова температура стерильного живильного середовища  $t_{1H} = 135^\circ\text{C}$ , кінцева

температура  $t_{1К}=70^{\circ}\text{C}$ . Холодний теплоносій - нестерильне живильне середовище з початковою температурою  $t_{2Н}=18^{\circ}\text{C}$  і кінцевою  $t_{2К}=24^{\circ}\text{C}$ .

Схема руху теплоносіїв –протитечія.

### **Варіант 37**

Спроекувати пластинчатий теплообмінник-холодильник установки неперервної стерилізації живильного середовища виробництва лимонної кислоти з бурячної меляси. Витрати стерильного живильного середовища  $G_1=80$  т/год, початкова температура стерильного живильного середовища  $t_{1Н}=75^{\circ}\text{C}$ , кінцева температура  $t_{1К}=36^{\circ}\text{C}$ . Холодний теплоносій - вода з початковою температурою  $t_{2Н}=18^{\circ}\text{C}$  і кінцевою  $t_{2К}=24^{\circ}\text{C}$ .

Схема руху теплоносіїв –протитечія.

### **Варіант 38**

Спроекувати горизонтальний кожухотрубний теплообмінник для підігрівання 6% розчину лимонної кислоти. Витрати розчину  $G_2=60$  т/год, початкова температура розчину  $t_{2Н}=25^{\circ}\text{C}$ , кінцева температура  $t_{2К}=60^{\circ}\text{C}$ . гарячий теплоносій – насичена водяна пара, абсолютний тиск пари- $p_0=0,2$  МПа.

### **Варіант 39**

Спроекувати ферментер для проведення процесу біосинтезу  $V_p = 64$  м<sup>3</sup> молочної кислоти. Густина культуральної рідини  $\rho = 1060$  кг/м<sup>3</sup>, коефіцієнт динамічної в'язкості  $\mu = 1,55 \cdot 10^{-3}$  Па с. Коефіцієнт заповнення апарату  $K_3 = 0,65$ , кількість мішалок  $m=3$ , частота обертання валу мішалок  $n=3$  с<sup>-1</sup>. Розрахунок виконуємо для відкритих турбінних шестилопатевих мішалок

### **Варіант 40**

Спроекувати інокулятор для вирощування посівного матеріалу виробництва молочної кислоти  $V_p = 5,8$  м<sup>3</sup>. Густина середовища в інокуляторі  $\rho = 1060$  кг/м<sup>3</sup>, коефіцієнт динамічної в'язкості  $\mu = 1,55 \cdot 10^{-3}$  Па с. Коефіцієнт заповнення апарату  $K_3 = 0,6$ , кількість мішалок  $m=2$ , частота обертання валу мішалок  $n=3,3$  с<sup>-1</sup>. Розрахунок виконуємо для відкритих турбінних шестилопатевих мішалок

### **Варіант 41**

Спроекувати вертикальний кожухотрубний теплообмінник-підігрівач 15% (мас.) розчину меляси. Витрати розчину  $G_2=45$  т/год, початкова температура  $t_{2H}=35^\circ\text{C}$ , кінцева температура  $t_{1K}=80^\circ\text{C}$ , гарячий теплоносієй - вода з початковою температурою  $t_{1H}=95^\circ\text{C}$  і кінцевою  $t_{1K}=90^\circ\text{C}$ .

Схема руху теплоносієв – протитечія.

### **Варіант 42**

Спроекувати пластинчатий теплообмінник для охолодження 10% (мас.) розчину молочної кислоти. Витрати розчину  $G_1=70$  т/год, початкова температура  $t_{1H}=105^\circ\text{C}$ , кінцева температура  $t_{1K}=40^\circ\text{C}$ . Холодний теплоносієй - вода температурою  $t_{2H}=18^\circ\text{C}$  і кінцевою  $t_{2K}=24^\circ\text{C}$ .

Схема руху теплоносієв – протитечія.

### **Варіант 43**

Спроекувати ректифікаційну колону із ковпаковими тарілками для розділення суміші етилового спирту та води. Суміш, що поступає в колону, містить  $x_F=28\%$  етилового спирту. Витрати суміші  $G_F=5000$  кг/год. Суміш поступає в колону при температурі кипіння. Вгорі колони відбирається етиловий спирт із вмістом  $x_P=92\%$  спирту. Знизу відбирається вода із вмістом  $x_W=2\%$  етилового спирту.

### **Варіант 44**

Розрахувати насадковий абсорбер для поглинання водою діоксиду вуглецю із суміші його із повітрям. Температура процесу  $t=20^\circ\text{C}$ . Початковий вміст газу в суміші  $\bar{y}_n=4\%$ , а кінцеве –  $\bar{y}_k=0,2\%$ . Загальний тиск в абсорбері  $P=0,1$  МПа. Продуктивність за повітрям  $V=4800$  м<sup>3</sup>/год (при нормальних умовах). Вміст газу  $\text{CO}_2$  в воді, що поступає на абсорбцію  $\bar{x}_n=0,1\%$ . Питома витрата поглинача  $l=1,2$  кг/кг. Насадка - кокс у шматках

### **Варіант 45**

Розрахувати насадковий абсорбер для поглинання водою діоксиду сірки із суміші його із повітрям. Температура процесу  $t=25^\circ\text{C}$ . Початковий вміст газу в суміші  $\bar{y}_n=5,5\%$ , а кінцеве –  $\bar{y}_k=0,25\%$ . Загальний тиск в абсорбері  $P=0,1$  МПа. Продуктивність за повітрям  $V=5500$  м<sup>3</sup>/год (при нормальних умовах). Вміст

газу  $\text{CO}_2$  в воді, що поступає на абсорбцію  $\bar{x}_n = 0,05\%$ . Питома витрата поглиначача  $l = 1,45 \text{ кг/кг}$ . Тип насадки – кільця Рашига.

### **Варіант 46**

Розрахувати насадковий абсорбер для поглинання водою діоксиду сірки із суміші його із повітрям. Температура процесу  $t = 22^\circ\text{C}$ . Початковий вміст газу в суміші  $\bar{y}_n = 3,5\%$ , а кінцеве –  $\bar{y}_k = 0,25\%$ . Загальний тиск в абсорбері  $P = 0,1 \text{ МПа}$ . Продуктивність за повітрям  $V = 6000 \text{ м}^3/\text{год}$  (при нормальних умовах). Вміст газу  $\text{CO}_2$  в воді, що поступає на абсорбцію  $\bar{x}_n = 0,1\%$ . Питома витрата поглиначача  $l = 1,25 \text{ кг/кг}$ . Насадка - кокс у шматках.

### **Варіант 47**

Спроекувати сушарку киплячого шару для сушіння хлібопекарських дріжджів. Продуктивність сушарки за вологим продуктом  $G_H = 2000 \text{ кг/год}$ . Початкова вологість продукту  $w_H = 15\%$ , кінцева  $w_K = 6,5\%$ , початкова температура -  $t_H = 35^\circ\text{C}$ , сушительний агент- повітря. Сушарку планують встановлювати в м. Дніпропетровську.

### **Варіант 48**

Спроекувати сушарку псевдо зрідженого шару для сушіння кормових дріжджів. Продуктивність сушарки за вологим продуктом  $G_H = 4000 \text{ кг/год}$ . Початкова вологість продукту  $w_H = 12\%$ , кінцева  $w_K = 6\%$ , початкова температура -  $t_H = 45^\circ\text{C}$ , сушительний агент- повітря. Сушарку планують встановлювати в м. Києві.

### **Варіант 49**

Спроекувати сушарку фонтануючого шару для сушіння концентрату лізину. Продуктивність сушарки за вологим продуктом  $G_H = 1800 \text{ кг/год}$ . Початкова вологість продукту  $w_H = 14$  Спроекувати ректифікаційну колону із ковпаковими тарілками для розділення суміші етилового спирту та води. Суміш, що поступає в колону, містить  $x_F = 32\%$  етилового спирту. Витрати суміші  $G_F = 3000 \text{ кг/год}$ . Суміш поступає в колону при температурі кипіння. Вгорі колони

відбирається етиловий спирт із вмістом  $x_p=90\%$  спирту. Знизу відбирається вода із вмістом  $x_w=3\%$  етилового спирту.

## **Варіант 50**

Розрахувати насадковий абсорбер для поглинання водою діоксиду вуглецю із суміші його із повітрям. Температура процесу  $t=20^\circ\text{C}$ . Початковий вміст газу в суміші  $\bar{y}_n=5\%$ , а кінцеве –  $\bar{y}_k=0,27\%$ . Загальний тиск в абсорбері  $P=0,1$  МПа. Продуктивність за повітрям  $V=4200$  м<sup>3</sup>/год (при нормальних умовах). Вміст газу  $\text{CO}_2$  в воді, що поступає на абсорбцію  $\bar{x}_n=0,2\%$ . Питома витрата поглинача  $l=1,2$  кг/кг. Кокс у шматках

### **5. Рейтингова система оцінювання результатів навчання**

РСО наведене в додатку А.

### **6. Методичні вказівки**

Виконання курсового проекту рекомендується проводити в наступній послідовності.

Ознайомитись з обраною темою по конспекту лекцій, а також із спеціальної і навчальної літератури.

Підібрати необхідні для проектування альбоми, атласи устаткування, каталоги, нормалі, креслення.

Ознайомитись з принциповою схемою установки, визначити тип заданого для проектування апарату, скласти розрахункову схему.

Виконуються всі зазначені в розд. 2 етапи проектування і розрахунків (матеріальні баланси і технологічні розрахунки, енергетичні (теплові) баланси, конструктивні розрахунки і т.п.)

Після перевірки й узгодження з керівником проекту розрахунків, виконується графічна частина проекту. Спочатку креслиться загальний вид апарату, а після його перевірки та затвердження - листи, що містять основні вузли і деталі.

По завершенні графічної частини, оформлюється «Пояснювальна записка».

Пояснювальна записка і креслення підписуються студентом, а після їхньої перевірки - керівником проекту.

Усі розрахунки виконуються зі звичайною інженерною точністю переважно в одиницях СІ з використанням наявних електронно-обчислювальних машин.

Технічна документація проекту містить пояснювальну записку обсягом 25-40 стор. друкованого тексту і 2 аркуші креслень формату А1. В об'єм «Пояснювальної записки» не входять Додатки (графіки, специфікації тощо).

Пояснювальна записка включає наступні структурні складові:

1. Титульний лист, який є обкладинкою «Пояснювальної записки»
2. Завдання на курсовий проект.
3. Зміст, із зазначенням розділів, підрозділів і сторінок.



4. Основний текст Пояснювальної записки, що складається з перерахованих у "Змісті" розділів.
5. Перелік посилань.
6. Додатки (малюнки, таблиці тощо)
7. Календарний план.

### ЗМІСТ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Пояснювальна записка складається з наступних розділів:

1. Вступ.
2. Призначення та галузь використання виробу, що розробляється.
3. Описання та обґрунтування вибраної конструкції.
4. Технічна характеристика.
5. Технологічні розрахунки
6. Вибір загальнозаводського обладнання.
7. Вимоги техніки безпеки та промислової санітарії.
8. Висновки.
9. Перелік посилань.

Зміст основних розділів пояснювальної записки:

**Вступ.** У вступі до проекту характеризують актуальність та доцільність завдання, що ставиться у ньому. Аналізується сучасний стан виробництва. Зазначають місце апарата, що проектується, у системі виробництва. Оцінюють значення продукції. (1.5-2 стор.)

**Призначення та область застосування апарату.** В пункті наводиться короткий опис фізичного процесу, що протікає в апараті. Вказується призначення і функції апарату та основні вимоги до конструкції. (2-3 стор.)

**Обґрунтування вибору конструкції.** Короткий огляд конструкцій апаратів даного типу із зазначенням їх переваг та недоліків. Обґрунтування вибору певної конструкції, як найбільш відповідної. Докладний опис конструкції і принципу дії. (4-5 стор.)

**Технічна характеристика.** У технічній характеристиці вказують призначення виробу (апарата); об'єм апарата — повний і робочий; продуктивність; площу поверхні теплообміну; робочий тиск; робочу температуру середовища; потужність привода; частоту обертання валу; токсичність і вибухонебезпечність середовища; інші необхідні дані. (1 стор.)

Технічна характеристика може бути оформлена у вигляді таблиці або списку (Додаток Д).

**Технологічні розрахунки.** До складу технологічних розрахунків входять:

- 1) принципова розрахункова схема апарату;
- 2) значення реологічних і теплофізичних властивостей середовищ, що переробляються або виробляються у апараті;
- 3) визначення матеріальних і теплових потоків, необхідних для здійснення процесу (на підставі рівнянь матеріального і теплового балансу);
- 4) конструктивний розрахунок апарату і окремих складових елементів;
- 5) визначення витрат енергії;
- 6) визначення коефіцієнтів, що характеризують інтенсивність здійснюваних в апаратах процесів (коефіцієнтів тепло- і масо - передачі, значення констант

швидкостей хімічної реакції), визначення середньої рушійної сили процесів переносу;

7) розрахунок питомих витрат сировини, матеріалів, електроенергії, пари, їхньої втрати, визначення коефіцієнта корисної дії.

В кожному пункті розрахунку вказується мета розрахунку та вихідні дані. (16-20 стор.)

**Вибір загальнозаводського обладнання.** Здійснюється розрахунок і підбір обладнання для подачі та виводу необхідних речовин з проєктованого апарату – насосів, вентиляторів, калориферів, барометричних конденсаторів, дозаторів, тощо. (2-3 стор.)

**Вимоги техніки безпеки та промислової санітарії.** Приводиться характеристика небезпечних вузлів і шкідливих речовин, що переробляються на машині або апараті. Даються способи, технічні засоби і рішення, що забезпечують безпечні і здорові умови праці при експлуатації проєктованого устаткування. (3-4 стор.)

**Висновки.** В цьому розділі необхідно надати короткі висновки про виконану роботу, показати все нове та цінне, що зроблено при виконанні проєкту по спеціальності, результати проведених розрахунків, висновки щодо економічної ефективності проєктної роботи. (1-1.5 стор.)

Висновки є коротким підсумком роботи та тому повинні бути чіткими та ясними.

**Перелік посилань.** Розрахунково-пояснювальна записка закінчується розділом “Перелік посилань”, у якому один по одному перераховуються літературні джерела, застосовувані при виконанні курсового проєкту. Приклад наведений в Додатку Е.

Посилання на літературу в тексті пояснювальної записки розміщують у квадратних дужках і повинні містити порядкову цифру по переліку літератури і сторінку, з якої береться значення величини або вираження формули. Номер таблиці або графіка вказується в самому тексті пояснювальної записки перед дужкою посилання.

Графічна частина виконується на 2 аркушах формат А1.

Загальний вид апарата виконують, як правило, на аркушах креслярського паперу основного формату А1 (594×841 мм), згідно з ГОСТ 2.301-68.

## 7. Рекомендована література

### 7.1. Базова

1. Сидоров Ю.І. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технічні розрахунки. Приклади і задачі. Основи проєктування виробництв [Текст]. Ч.І. Ферментація: Навч. посібник / Ю.І.Сидоров, Р.Й. Влязло, В.П. Новиков. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004. – 240 с.

2. Сидоров Ю.І. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технічні розрахунки. Приклади і задачі. Основи проєктування виробництв [Текст]/ Ч.ІІ. Оброблення культуральних рідин: Навч. посібник/ Ю.І. Сидоров, Р.Й. Влязло, В.П. Новиков – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004. – 296 с.

3. Сидоров Ю.І. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технічні розрахунки. Приклади і задачі. Основи проектування виробництв [Текст]/ Ч.ІІІ. Основи проектування мікробіологічних виробництв Навч. посібник/ Ю.І. Сидоров, Р.Й. Влязло, В.П. Новиков. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004. – 252 с.
4. Корнієнко Я.М. Процеси та обладнання хімічної технології [Текст]: підручник/ Я.М. Корнієнко, Ю.Ю. Лукач, І.О. Мікульонок та ін. – Київ: НТУУ «КПІ», 2011.-Ч.1-416с.
5. Процеси та обладнання хімічної технології [Текст]: підручник/ Я.М. Корнієнко, Ю.Ю. Лукач, І.О. Мікульонок та ін. – Київ: НТУУ «КПІ», 2011.- Ч.2-416с.
6. Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. [Текст]/ Н.И. Гельперин: Ч. 1, 2. –М.: Химия, 1981. –811 с.
7. Павлов К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. [Текст]/ К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, В.Н. Носков.– Л.: Химия, 1987. – 576 с.
8. Основные процессы и аппараты химической технологии [Текст]: Пособие по проектированию/ под ред. Ю.И. Дытнерского. – М.: Химия, 1982. – 772 с.
9. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии [Текст]: учеб. В 2-х частях/Ю.И. Дытнерский. – М.: Химия, 1995.
10. Аиба Ш. Биохимическая технология и аппаратура [Текст]: пер. с англ. / Ш. Аиба, А. Хемфри, Н. Миллис. – М.: Мир, 1975. –287 с.
11. Виестур У.Э. Культивирование микроорганизмов. [Текст]/ У.Э. Виестур, М. Ж. Кристапсонс, Е.С. Былинкина. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 231 с.
12. Перт С. Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток [Текст]/ С. Дж. Перт. – М.: Мир, 1978. – 331 с.
13. Федосеев К.Г. Физические основы и аппаратура микробного синтеза биологически активных соединений. [Текст]/ К.Г. Федосеев. – М.: Медицина, 1977. – 304 с.
14. Соколов В.М. Аппаратура микробиологической промышленности [Текст]/ В.М. Соколов, М.А. Яблокова.– Л.: Машиностроение. Ленингр. отд – е. 1988. – 278 с

## **7.2 Допоміжна**

1. Гапонов К.П. Процессы и аппараты микробиологических производств [Текст]/ К.П. Гапонов. - М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1981, - 240 с.
2. Кантере В.М. Основы проектирования предприятий микробиологической промышленности [Текст]/ В.М. Кантере, М. С. Мосичев, М.И. Дорошенко и др. - М.: ВО «Агропромиздат», 1990, 304 с.
3. Федосеев К.Г. Процессы и аппараты биотехнологии в химико-фармацевтической промышленности [Текст]/ К.Г. Федосеев. – М.: Медицина, 1969. – 199 с.

4. Мосичев М.С. Общая технология микробиологических производств [Текст]/ М.С. Мосичев, А. А. Складнев, В.Б. Котов. - М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1982. - 264 с.
5. Калунянц К.А. Оборудование микробиологических производств [Текст]/ К.А. Калунянц, Л.И. Голгер, В.Е.Балашов. - М.: Агропромиздат, 1987.- 398 с.
6. Чуешов В. И. Промышленная технология лекарств [Текст]: учеб. в 2 томах./ В.И Чуешов, М.Ю. Чернов, Л.М. Хохлов и др.; под ред. профессора В.И. Чуешова. - Х.: МТК - Книга; Издательство ИФАУ - 2002.
7. Бакластов А.М. Промышленные тепломассовые процессы и установки [Текст]/А.М. Бакластов, В.В. Горбунко, П.Г. Удыма. - М.: Энергоиздат, 1986. - 328 с.
8. Бакластов А.М. Проектирование, монтаж и эксплуатация тепломассообменных установок [Текст] /А.М. Бакластов, В.В. Горбунко, П.Г. Удыма. - М.: Энергоиздат, 1981. - 336 с.
9. Иоффе И.Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии [Текст]/ И.Л. Иоффе. - Л.: Химия, 1991. - 352 с.
10. Стабников В.Н. Процессы и аппараты пищевых производств [Текст]/ В.Н. Стабников, В.М. Лысянский, В.Д. Попов В.Д. - М.: Агропромиздат, 1985. - 510 с.
11. Брык М.Т. Мембранная технология в пищевой промышленности [Текст]/ М.Т. Брык, В.Н. Голубев, А.П. Чагаровский. - К.: Урожай, 1991. - 222 с.
12. Дытнерский Ю.И. Баромембранные процессы [Текст]/ .И. Дытнерский. - М.: Химия, 1986 - 272 с.
13. Стабников В.Н. Проектирование процессов и аппаратов пищевых производств [Текст] / Под ред. В.Н. Стабникова. - К.: Вища школа, 1982. - 199 с.
14. Гинзбург А.С. Расчет и проектирование сушильных установок пищевой промышленности [Текст]/ А.С. Гинзбург. - М.: Агропромиздат, 1985. - 336 с.
15. Карпов А.М. Саруханов А.В. Теплофизические и физико-химические характеристики продуктов микробиологического синтеза [Текст]: Справочник/ А.М. Карпов, А.В. Саруханов. - М.: Агропромиздат, 1987. - 224 с.
16. Исаченко В.П. Теплопередача [Текст]/ В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. - М.: Энергия, 1981. - 417 с
17. Краснощеков Е.А. Задачник по теплопередаче [Текст]/ Е.А. Краснощеков, А.С. Сукомел. - М.: Энергия, 1980. - 287с.
18. Клузов П.А. Очистка от пыли газов и воздуха [Текст] - Л.: Химия, 1982. - 256 с.
19. Жужиков В.А. Фильтрование: Теория и практика разделения суспензий [Текст]/ В.А. Жужиков -М.: Химия, 1980. - 400 с.
20. Соколов В.И. Центрифугирование [Текст]/ В.И. Соколов - М.: Химия, 1976. - 408 с.
21. Васильцов Э.А. Аппараты для перемешивания жидких сред [Текст]/ Э.А. Васильцов, В. Г. Ушаков. - Л.: Машиностроение, 1979. - 277 с.

22. Стренк Ф. Перемешивание и аппараты с мешалками [Текст]: пер. с польск./ Ф. Стренг. – Л.: Химия, 1975. – 384с.
23. Брагинский Л.Н. Перемешивание жидких сред: Физические основы и инженерные методы расчета [Текст]/Л.Н. Брагинский, В.И. Бегачев, В.М. Барабаш. – Л.: Химия, 1984. – 336с.
24. Гельперин Н.И. Основы техники псевдоожижения [Текст]/ Н.И. Гельперин, В.Г. Апштейн, В.П. Кваша. – М.: Химия, 1977. – 664с.
25. Мікульонок І.О. Проектування рідинних колонних екстракторів [Текст]/ І.О. Мікульонок. – К.: ІЗМН, 1996. – 100с.