

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»**

Факультет \_\_\_\_\_ хіміко-технологічний \_\_\_\_\_.

Кафедра \_\_\_\_\_ кібернетики хіміко-технологічних процесів \_\_\_\_\_.

Освітньо-кваліфікаційний рівень \_\_\_\_\_ бакалавр \_\_\_\_\_.

Напрямок підготовки 6.050202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології"

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. завідувача кафедри

\_\_\_\_\_ Т.В.Бойко

(підпис)

\_\_\_\_\_ 2015р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на дипломний проект студенту**  
Пекному Степану Вікторовичу

1. Тема проекту Комп'ютерний розрахунок процесу отримання метанолу

керівник проекту ст. викладач Абрамова Алла Олександрівна

затверджені наказом по університету від «09 » квітня 2015р. № 859-с

2. Строк подання студентом проекту 11 червня 2015р

3. Вихідні дані до проекту \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## 6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Полукаров Ю. О. доц. каф. охорони праці, промислової та цивільної безпеки		
Організаційно-економічна частин	Підлісна О.А. доц. кафедри економіки і підприємництва		
Розрахунок матеріальних балансів ХТС	Безносик Ю.О. доц. кафедри кібернетики ХТП		
Розроблення обчислюв. модуля	Фоглер О.М. доц. кафедри кібернетики ХТП.		
Розроблення схеми автоматизації ХТС	Бондаренко С.Г. доц. кафедри кібернетики ХТП.		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 2015

## Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк викон. етапів проекту	Примітка
	Характеристика виробництва, продукції, сировини, допоміжних матеріалів. Комп'ютерно-інтегрований розрахунок матеріальних балансів схеми.		
	Розрахунок основного апарата. Блок-схема обчислювального модуля (формат А1).		
	Креслення загального вигляду основного апарата (формат А1).		
	Розробка рішень з контролю та керування виробництвом. Технологічна схема та схема автоматизації (формат А1).		
	Розробка рішень з охорони праці та економіки і управління виробництвом		
	Оформлення пояснювальної записки, виконання ілюстративних матеріалів (презентації).		

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

С.В. Пекний

Керівник проекту

\_\_\_\_\_ (підпис)

А.О. Абрамова

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Факультет хіміко-технологічний  
Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів

«До захисту допущено»  
В.о. завідувача кафедри  
Т.В.Бойко

(підпис)

“ ” \_\_\_\_\_ - 2015 р.

**Дипломний проект**  
освітньо-кваліфікаційного рівня « бакалавр»

з напрямку підготовки 6.050202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології"

на тему: Комп'ютерний розрахунок процесу отримання метанолу

Виконав студент IV курсу, групи ХА-11  
Пекний Степан Вікторович

Керівник ст. викладач Абрамова Алла Олександрівна  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультанти:

з хімічної технології доц. каф. КХТП, к.т.н., доц. Безносик Ю.О. \_\_\_\_\_  
(підпис)

з математичн. моделювання доц. каф. КХТП, к.фіз-мат.н., Фоглер О.М. \_\_\_\_\_  
підпис

з автоматизов. регулювання доц. каф. КХТП, к.т.н., доц. Бондаренко С.Г. \_\_\_\_\_  
підпис

з охорони праці доцент каф. охорони праці, промислової та цивільної безпеки, к.т.н., доц Полукаров Ю.О. \_\_\_\_\_  
підпис

з організаційно-економічної частини доц. кафедри економіки і підприємництва, к.х.н. доц. Підлісна О.А. \_\_\_\_\_

Нормативний контроль доц. каф. КХТП, к.т.н., доц. Шахновський А.М. \_\_\_\_\_

Рецензент \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

## ЗМІСТ

### ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

9

ВСТУП	10
1. Характеристика технологічної схеми процесу	11
1.1 Основні методи отримання метанолу	11
1.2 Опис технологічної схеми процесу синтезу метанолу	15
2 Комп'ютерний розрахунок матеріального балансу процесу отримання метанолу	189
2.1 Розрахунок матеріальних балансів процесу виробництва метанолу	20
3 Автоматизований розрахунок реактора синтезу метанолу	28
3.1 Технічне завдання на розробку обчислювального модуля	28
3.2 Математичне забезпечення програмного модуля	28
3.3 Структура і технічні характеристики обчислювального модуля	32
3.4 Інструкція користувача програминого продукту	35
4 Автоматизація технологічної схеми процесу отримання метанолу	39
4.1 Аналіз параметрів технологічної схеми	39
4.2 Вибір приладів та засобів автоматизації	42
5 Економіко - організаційні розрахунки процесу виробництва метанолу	45
5.1 Теоретичні відомості для техніко – економічного обґрунтування процесу виробництва метанолу	46
5.2 Техніко – економічні показники виробництва метанолу	52
6 Охорона праці	58
6.1 Повітря робочої зони	58
6.2 Виробниче освітлення	61
6.3 Захист від виробничого шуму й вібрацій	62

					ХА 1114 1490 001 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Комп'ютерний розрахунок процесу отримання метанолу	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Пекний						
Перевір.					Пояснювальна записка		7	87
Н.Контр.		Шахновський				НТУУ «КПІ» ХТФ ХА-11		
Затверд.		Абрамова						

6.4 Електробезпека	63
6.5 Пожежна безпека	65
6.6 Техніка безпека технологічного процесу отримання метанолу	66
6.7 Висновки до розділу	67
ВИСНОВКИ	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	70
Додаток А Моделювання реактора синтезу метанолу	73
Додаток Б Алгоритм розрахунку реактора синтезу метанолу	77
Додаток В Програмний код обчислювального модуля	79
Додаток Г Специфікація устаткування	82
Додаток Д Охорона праці на виробництві	84
Додаток Е Розрахунку матеріального балансу в ChemCAD 5.2	86

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						8
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ,  
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

МТБ – матеріальний баланс;  
ХТС – хіміко-технологічна система;  
 $G$  – продуктивність;  
 $P$  – тиск;  
 $T$  – температура;  
 $V$  – об’ємна витрата;  
 $x$  – степінь перетворення;  
РІВ – реактор ідеального витіснення;  
ГДК – гранично допустима концентрація;  
ФОП – фонд оплати праці;  
ОЗ – основні засоби;  
А – амортизація основних фондів;  
ОбК – обігові кошти;  
С – собівартість;  
П – прибуток;  
Ц – ціна;  
ФОП – фонд оплати праці;  
КНП – клас небезпечності підприємства;  
КПО – коефіцієнт природнього освітлення.

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						9
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Метиловий спирт (метанол, карбінол, деревний спирт) в наш час по значенню та масштабами виробництва є одним з найважливіших багатотоннажних продуктів, які виготовляє сучасна хімічна промисловість. Він широко використовується для отримання формальдегідів (близько 50% від загального випуску), пластичних мас, синтетичних волокон, синтетичного каучуку (11%), використовується в ролі розчинника та ін.

Актуальним є пошук нових шляхів використання цього продукту зокрема, виробництво палива для електростанцій, перетворення метанолу в олефіни (широко використовуються для синтезу полімерів), здобуття метилового ефіру ( $C_2H_6O$ ) і біопаливо для транспорту (рідке біопаливо для двигунів внутрішнього згорання), нові хімічні синтези на базі метанолу, а також використання метанолу як одного з варіантів при освоєнні важкодоступних родовищ газу.

Отримання метанолу можливе різними шляхами, але саме виробництво з синтез-газу використовується найчастіше, так як кількість та якість цільового продукту найвищі.[1]

Метою дипломного проекту є дослідження процесу отримання метанолу з синтез-газу при тиску 5 МПа, його основних технологічних параметрів, розрахунок матеріальних балансів, розробка програмного модуля для розрахунку конструктивних параметрів реактора синтезу, розробка схеми автоматизації виробництва, оцінка його техніко-економічних показників та аналіз охорони праці на підприємстві.

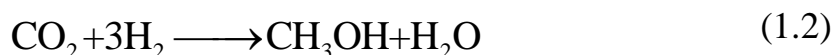
					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						10
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

# 1. Характеристика технологічної схеми процесу

## 1.1 Основні методи отримання метанолу

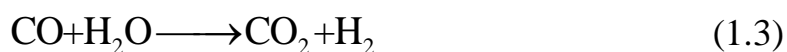
На початку 1920-х років був розроблений процес одержання синтез-газу, а вже в 1923 р. у Німеччині був отриманий перший промисловий метанол. Процес проводився під тиском 25 – 35 МПа на каталізаторі, що складається з цинку та хрому за температури 320 – 380 °С. Довгий час він служив паливом для господарських потреб і був одним з перших видів пального для двигунів внутрішнього згоряння. І якщо в середині 1920-х років світова витрата метанолу складала не набагато більше 100 тис. т/рік, то в наш час він становить більше 15 млн. т/рік, посідаючи четверте місце серед основних продуктів багатотоннажної хімії. У 60-х роках в Англії був розроблений синтез метанолу під тиском 5 МПа на мідному низькотемпературному каталізаторі. [1].

Протягом багатьох років вважалося, що в основі синтезу метанолу лежать каталітичні перетворення суміші оксиду (або двоокису) вуглецю з воднем, які протікають по рівняннях (1.1) – (1.2).



В 1973–1975 р. в Інституті нафтохімічного синтезу АН СРСР А. Я. Розовским, Ю. Б. Каганом, А. Н. Башкіровим був запропонований і експериментально доведений принципово новий механізм синтезу

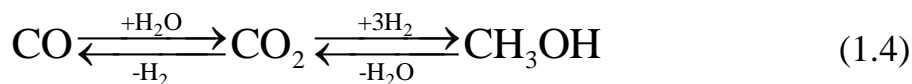
метанолу, відповідно до якого на оксидних каталізаторах, у тому числі й на мідь-цинк-алюмінієвому, метанол утворюється з двоокису, що присутній у вихідній суміші або утворюється за реакцією:



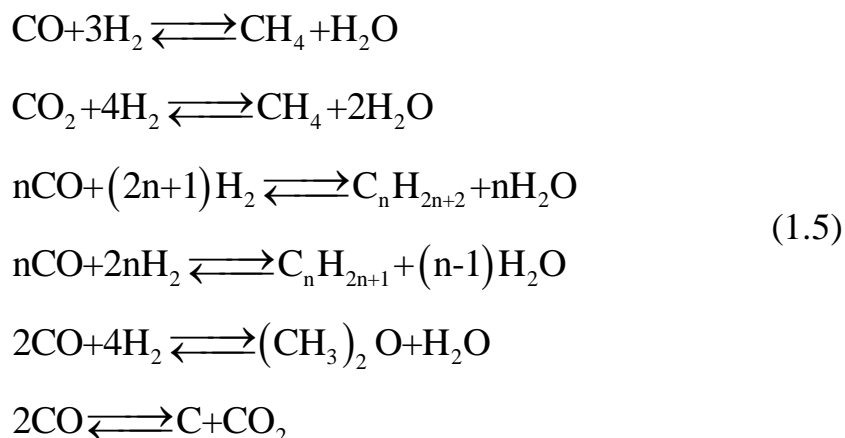
З урахуванням цього синтез метанолу із  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2$  можна представити в такий спосіб:

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						11
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		





Під час синтезу метанолу поряд з основною реакцією протікають також і ряд побічних[2]:



Зменшити утворення побічних продуктів можна шляхом підбору високоефективних і селективних каталізаторів, але повністю усунути їх неможливо. Дослідження показали, що утворення метану й вищих вуглеводнів можна звести до мінімуму, якщо до складу каталізатора не будуть входити **Fe**, **Co** та **Ni**. Крім того, проведення синтезу при низьких температурах сприяє зменшенню кількості утворених вищих вуглеводнів. При низьких температурах синтезу утворення метилового ефіру практично не відбувається.

Для синтезу метанолу можна використовувати практично будь-який газ, який містить водень та оксид вуглецю. В перших виробництвах метанолу, які були створені в 30-ті роки, в ролі сировини використовували тверде паливо – кокс та кам'яне вугілля. Зосвоєнням хімічною промисловістю нафтових джерел сировини та природного газу сировину для синтезу метанолу стали отримувати шляхом крекінгу нафтопродуктів та конверсії газів, що містять метан. В наш час в промисловій практиці отримання технічного газу для синтезу метанолу використовують газоподібні, рідкі вуглеводні, тверде паливо (рідко) та побутові відходи.

Найбільш часто використовується в якості сировини природний газ та газу нафтопереробки. Практикою встановлено, що газ для синтезу має містити

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						12
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

в собі компоненти у відношенні, близькому до стехіометричного, тобто  $(H_2 - CO_2) : (CO + CO_2) = 2,01 \div 2,15$ .

Звичайно для отримання газу та його підготовки для синтезу метилового спирту застосовують пароповітряну конверсію, парову, парову з дозуванням двоокису вуглецю, високотемпературну та інші види конверсії (процес переробки газів з метою зміни складу початкової газової суміші).

Технологічний процес отримання метанолу з оксиду вуглецю та водню включає ряд операцій, обов'язкових для будь якої технологічної схеми синтезу. Газ спочатку очищується від карбонілу заліза  $Fe(CO)_5$  та з'єднань, які містять сірку, підігрівається до температури початку реакції та надходить в реактор синтезу метанолу. На виході з зони каталізатора з газів виділяють метанол що утворився, це досягається охолодженням суміші, котра потім стискається до тиску синтезу та повертається у процес. На рисунку 1.1 приведена функціональна схема виробництва метанолу.[2]

В наш час в промисловості метанол отримують каталітичним гідруванням окису вуглецю у двофазній системі «газ – каталізатор».

Рисунок 1.1 – Функціональна схема синтезу метанолу.

В залежності від способу розміщення каталізатора, розподілення матеріальних потоків і методів регулювання температури реактора синтезу метанолу можна розділити на наступні:

1. шахтні з адіабатичними шарами каталізатора, розміщеного в одному або декількох послідовно розташованих реакторів;
2. трубчаті з відводом тепла реакції з зони каталізу постійним теплоносієм (вода, високо киплячі вуглеводні та ін.);
3. з радіальним ходом газу;
4. з псевдозрідженим шаром каталізатора.

Існує декілька методів отримання метанолу в промисловості:

1. Трифазний метод отримання метанолу. Сутність процесу полягає в тому, що взаємодія оксидів вуглецю та водню відбувається в реакторі з використанням подрібненого каталізатору, псевдозрідженого в

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						13
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

циркулюючому потоці рідкого інертного вуглеводню, тобто синтез проводять в системі «газ – каталізатор – інертний розчин». Розроблений процес призначений в основному для виготовлення метанолу для енергетичних цілей з використанням синтез-газу, отриманого газифікацією вугілля. В ролі рідкої фази вибирають парафіни, циклопарафіни, ароматичні вуглеводні, мінеральні масла.

2. Отримання метанолу неповним окисленням природного газу. Реалізація процесу отримання метилового спирту неповним окисленням природного газу безпосередньо на газових промислах окрім техніко-економічних міркувань вирішує екологічну проблему: виключається транспортування токсичного, вибухонебезпечного метанолу на великі відстані [1].

3. Отримання метанолу з природного газу при низькому тиску в 5МПа. В результаті зниження температури синтезу при низькому тиску процес проходить в умовах, близьких до рівноваги, що дозволяє підвищити продуктивність агрегату [3].

Єдиним виробником метанолу на сьогоднішній день в Україні залишається ЗАТ «Сєверодонецьке об'єднання «Азот» (м. Сєверодонецьк) – найбільше хімічне підприємство України, що випускає такі види товарної продукції, як аміак, азотні мінеральні добрива, органічні спирти і кислоти, товари побутової хімії, вироби з полімерів і полімерних плівок [4].

Основною сировиною для виробництва метанолу на даному підприємстві є конвертований газ, отриманий методом каталітичної конверсії природного газу з водяною парою і киснем; газ, що є відходом виробництва оцтової кислоти; синтез-газ – відхід виробництва ацетилену. Синтез метанолу здійснюється на мідь-цинк-алюмінієвому каталізаторі. Процес проводиться без очищення початкового газу від ненасичених вуглеводнів (ацетилену, етилену), кисню і інших мікрочасток. Отриманий метанол-сирець піддається ректифікації із отриманням метанолу ректифікату та метанолу-сирця як відходу.

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						14
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

## 1.2 Опис технологічної схеми процесу синтезу метанолу

Останнім часом, широке розповсюдження отримали схеми виробництва метанолу на низькотемпературних каталізаторах при доволі низькому тиску.

Розглянемо схему виробництва процесу синтезу метанолу (рис. 1.2). Природний газ стискається турбокомпресором 1 до тиску 3 МПа, підігрівається у підігрівачі 2 за рахунок спалювання у міжтрубному просторі природного газу та направляється на очистку від сірки до апарату 3 та 4, де послідовно відбувається каталітичне гідрування органічних сполук сірки та поглинання отриманого сірководню адсорбентом на основі оксиду цинку.

Після цього газ змішується з водяною парою та двоокисом водню у відношенні  $CH_4 : H_2O : CO_2 = 1:3,3:0,24$  суміш направляють у трубчатий конвектор 5, де на нікелевому каталізаторі відбувається паро-вуглекислотна конверсія при 850–870°C. Теплоту, необхідну для конверсії отримують в результаті спалення природного газу в спеціальних пальниках.

Рисунок 1.2 – Схема виробництва метанолу при тиску 5 МПа:

1, 10 – турбокомпресори; 2 – підігрівач природного газу; 3 – реактор гідрування сіркових з'єднань; 4 – адсорбер; 5 – трубчатий конвектор; 6 – котел-утилізатор; 7, 11, 12 – теплообмінники; 8, 14 – холодильники-конденсатори; 9, 15 – сепаратори; 13 – колонна синтезу; 16 – збірник.

Конвертований газ поступає до котла-утилізатора 6, де охолоджується до 280–290°C. Потім теплоту газу використовують у теплообміннику 7 для підігріву води, яка направляється до котла-утилізатора. Після того як вона пройде повітряний холодильник 8 та сепаратор 9, газ охолоджується до 35–40°C. Охолоджений конвертований газ стискають до 5 МПа в компресорі 10, змішують з циркуляційним газом та подають до теплообмінників 11, 12, де він нагрівається до 220–230°C.

Нагріта газова суміш поступає в колонну синтезу 13, температурний режим у котрій регулюють за допомогою холодних байпасів. Теплоту

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						15
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

реакційної суміші використовують у теплообмінниках 11, 12 для підігріву газу що надходить. Далі газова суміш охолоджується в холодильнику-конденсаторі 14, метанол-сирець, що сконденсувався, відділяється в сепараторі 15 та поступає у збірник 16. Циркуляційний газ повертається на синтез, продувочні та танкові гази передають на спалення у трубчасту піч [5].

Отже, розглянемо більш детально саму схему синтезу метанолу, тобто не враховуючи стадію очистки газу.

Схема синтезу метанолу на низькотемпературному каталізаторі представлена на рис. 1.3. Перший потік – очищений природний газ від сірки, яка є отруйною для каталізатора, змішується з байпасною частиною газової суміші, що відбирається від газу, який вийшов із сепаратора. Потік що утворився (3) ділиться на два потоки – 4 та 5. Четвертий потік газової суміші проходить через два теплообмінники: перший – АТ2 використовує як нагрівачий агент газу суміш, що вийшла із реактора, другий – АТ1 – використовує в якості нагрівачого агента пару, яка віддає своє тепло і конденсується.

Нагрітий до 250°C четвертий потік потрапляє в шахтний реактор, де температурний режим регулюють за допомогою байпасу (5), холодний газ вводять через спеціальні пристрої.

Таким чином, завдяки подачі між полки холодної газової суміші у реакторі підтримується стаціонарний режим роботи, та оптимальна температура для каталізатора 230 – 260°C. Вихідний потік 6 з реактора проходить через теплообмінник АТ3, в якому знижується температура потоку, потім через теплообмінник АТ2, де він охолоджується віддаючи своє тепло потоку 4. Після цього охолоджений газ потрапляє в холодильник-конденсатор ХК1, де газова суміш частково конденсується і проходить сепараторС1, в якому парогазовий потік ділиться на сконденсований метанол-сирець (потік 9) та газу суміш (потік 7). Частина газової суміші потоку 7 іде на байпас, а інша частина змішуючись із потоком 10 – танковими

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						16
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

газами, прямує до наступного холодильника-конденсатора, де відповідно конденсується метанол-сирець і у вигляді потоку 11 потрапляє в збірник [6].

Рисунок 1.3 – Схема потоків стадії синтезу метанолу:

1 – синтез-газ; 2 – циркуляційний газ; 3, 6, 7 – газова суміш; 4 – основний потік; 5 – байпасний газ; 8 – продувочні гази; 9, 12 – метанол-сирець; 10 – танкові гази; 11 – зворотний метанол. РТ1 – реактор; АТ1 - АТ3 – теплообмінники; ХК1, ХК2 – холодильники-конденсатори; С1 – сепаратор, Е1 – збірник метанолу сирцю.

Отримання метанолу цим способом має ряд переваг, які полягають у тому що, отриманий метанол-сирець містить 98% чистого метанолу, процес проводиться при відносно невисокій температурі 250°C та тиску 5 МПа, що дозволяє спростити технологічне обладнання та невелика кількість відходів так як відпрацьований каталізатор використовується як сировина для виготовлення кольорових металів, продувочні гази можуть використовуватись для виробництва аміаку, рідких відходів немає.[1]

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						17
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

## 2 Комп'ютерний розрахунок матеріального балансу процесу отримання метанолу

Метою функціонування будь – якої виробничої системи є отримання продуктів у необхідній кількості та необхідної якості при оптимальному використанні ресурсів. Для розв'язання цих задач використовують різні методи, в основі яких лежить матеріальний баланс, що зв'язує витрату сировини з кількістю отриманого продукту.

Комп'ютерний розрахунок матеріальних балансів передбачає знаходження параметрів стану потоку в технологічній схемі: загальних і покомпонентних витрат, складу потоків, температур і ентальпій, аналіз можливості розв'язку задачі розрахунку МТБ технологічної схеми, розрахунок параметрів потоків технологічної схеми, визначення та розрахунок витратних коефіцієнтів з сировини, напівпродуктів, допоміжних матеріалів та енергетичних носіїв [3].

На стадії проектування комп'ютерний розрахунок МТБ дозволяє визначити кількісні характеристики функціонування системи: матеріальні і теплові навантаження, продуктивність елементів системи, масові витрати стічних вод і викидів шкідливих газів в атмосферу, масові витрати гріючої пари та охолоджуючої води, кількості теплоти і енергії. МТБ і продуктивність апаратів схеми є вихідною інформацією для технологічного, конструктивного і техніко – економічного розрахунку елементів ХТС.

Розрахунок МТБ узагальнюють у вигляді таблиць, що складаються із приходу (вихідна сировини, яка задіяна в ході технологічного процесу або його стадії) і витрат (готова продукція, відходи виробництва, втрати) та таблиць теплового балансу, що містять прихід і витрати теплоти.

При складанні таблиць в основу розрахунку покладено закон збереження маси і енергії. Ліву частину рівняння матеріального балансу складає маса (масова витрата) усіх видів сировини та матеріалів, що

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						18
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

поступають на переробку  $\sum G_{j,BX}$ , а праву – маса продуктів, що покидають апарат  $\sum G_{j,ВИХ}$ , виробничі втрати  $\sum G_{ВТР}$ :

$$\sum G_{j,BX} = \sum G_{j,ВИХ} + \sum G_{j,ВТР} \quad (2.1)$$

$$\sum G_{j,BX} = \sum G_{1,BX} + \dots + \sum G_{n,BX} \quad (2.2)$$

$$\sum G_{j,ВИХ} = \sum G_{1,ВИХ} + \dots + \sum G_{n,ВИХ} \quad (2.3)$$

де  $G_{j,BX}$  - масова витрата j-го потоку, що надходить в апарат, кг/с;  $G_{j,ВИХ}$  - масова витрата j-го потоку, що виходить з апарату, кг/с [3].

В даному дипломному проекті виконується розрахунок лише матеріального балансу схеми, так як розрахунок теплового балансу не визначається умовами процесу та завданням на проектування.

## 2.1 Розрахунок матеріальних балансів процесу виробництва метанолу

У даному розділі виконується комп'ютерний розрахунок матеріальних балансів процесу отримання метанолу, визначення загальних та покомпонентних витрат, складів потоків.

Вихідні дані до розрахунку матеріального балансу:

Годинна продуктивність агрегату по метанолу – ректифікату, т/год	104,167
Масова доля метанолу в метанолі – ректифікаті, %	99,95
Склад газової суміші на вході в реактор синтезу, %	
CH <sub>4</sub>	12,12
CH <sub>3</sub> OH	0,39
H <sub>2</sub>	80,37
N <sub>2</sub>	0,72
CO	3,53



CO <sub>2</sub>	2,85
H <sub>2</sub> O	0,02
Об'ємна витрата конвертованого газу (м <sup>3</sup> /год) та його склад:	
CH <sub>4</sub>	16641
CH <sub>3</sub> OH	45
H <sub>2</sub>	277570
N <sub>2</sub>	931
CO	54289
CO <sub>2</sub>	27729
H <sub>2</sub> O (пара)	164355
Всього:	541540
Температура, °С:	
синтезу	250
конденсації	40
Тиск конденсації, МПа	7,5
Кількість побічних продуктів, що утворюються, кг на 1 т метанолу - ректифікату	
Диметилового ефіру	8
Спиртів C <sub>3</sub>	6
Спиртів C <sub>4</sub>	21

Комп'ютерний розрахунок матеріальних балансів було виконано в спеціалізованому середовищі Chemcad 5.2.0. Розроблена схема наведена на рис. 2.1.

При складанні матеріального балансу враховуємо лише масообмінні апарати. Матеріальні баланси схеми наведено в таблицях 2.2 – 2.18.

Рисунок 2.1 – Схема розрахунку матеріальних балансів у Chemcad 5.2.0:

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						20
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

1 – реактор; 2,3,11 – теплообмінники; 4,10– конденсатори;  
5,7,13 – дільники потоків;6 – сепаратор; 8, 9 – змішувачі;12 – ємність

Таблиця 2.1 - Перелік обладнання в середовищі ChemCAD

Таблиця 2.2 – Матеріальний баланс реактора 1

Таблиця 2.3 – Зведена таблиця матеріального балансу реактора 1

Таблиця 2.4 – Матеріальний баланс дільника 5

Таблиця 2.5 – Зведена таблиця матеріального балансу дільника 5

Таблиця 2.6 – Матеріальний баланс дільника 7

Таблиця 2.7 – Зведена таблиця матеріального балансу дільника 7

Таблиця 2.8 – Матеріальний баланс дільника 13

Таблиця 2.9 – Зведена таблиця матеріального балансу дільника 13

Таблиця 2.10 – Матеріальний баланс сепаратора 6

Таблиця 2.11 – Зведена таблиця матеріального балансу сепаратора 6

Таблиця 2.12 – Матеріальний баланс змішувача 8

Таблиця 2.13 – Зведена таблиця матеріального балансу змішувача 8

Таблиця 2.14 – Матеріальний баланс змішувача 9

Таблиця 2.15 – Зведена таблиця матеріального балансу змішувача 9

Таблиця 2.16 – Матеріальний баланс ємності 12

Таблиця 2.17 – Зведена таблиця матеріального балансу ємності 12

Матеріальний баланс за вхідним потоком 10 та вихідними потоками 6 та 19 наведено в таблиці 2.18.

Таблиця 2.18 – Сумарний матеріальний баланс

На основі виконаних розрахунків можна зробити висновок, що матеріальний баланс процесу виробництва метанолу з синтез - газу у спеціалізованому середовищі ChemCadv. 5.2.0 розрахований вірно.

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						21
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

### 3 Автоматизований розрахунок реактора синтезу метанолу

#### 3.1 Технічне завдання на розробку обчислювального модуля

Розробити обчислювальний модуль призначений для комп'ютерного моделювання процесу отримання метилового спирту з синтез-газу в ізотермічному реакторі ідеального витіснення неперервної дії.

Вихідними даними для розрахунку є:

Тип апарату	каталітичний поличний реактор
Реакція, що відбувається в апараті	$\text{CO} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_3\text{OH}$
Потужність установки за метанолом	104167 кг/год.
Витрата реакційної суміші	1969760 м <sup>3</sup> /год.
Ступінь перетворення CO	90 – 95%

Результатами розрахунку є:

1. Час перебування реакційної суміші в реакторі.
2. Профілі розподілу концентрацій компонентів в часі.
3. Зміна ступеню перетворення одного з вихідних компонентів реакції (монооксиду карбону) в часі.

Для розробки програмного модуля було обрано середовище Visual Basic 6.0.

#### 3.2 Математичне забезпечення обчислювального модуля

Математичне моделювання є одним із основних сучасних методів дослідження.

Математичне моделювання включає три взаємопов'язаних етапи:

- складання математичного опису досліджуваного об'єкту;
- вибір методу вирішення системи рівнянь математичного опису і реалізації його в формі програми;
- встановлення відповідності (адекватності) моделі об'єкту.

Поличний каталітичний реактор синтезу метанолу є основним апаратом, який впливає на якість кінцевого продукту. Тому доцільно

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						22
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

проводити моделювання цього апарату для визначення його необхідних параметрів, які забезпечать максимальний вихід метанолу.

Каталітичний поличний реактор з декількома шарами каталізатора досить складний у своїй конструкції, але зручний в експлуатації, так як у ньому потік газу краще розподіляється та охолоджується між шарами, а в різних шарах помістити різні каталізатори. Також можна вибірково замінювати шар дезактивованого контакту і підтримувати різну температуру в шарах. За рахунок наявності можливості підведення байпасу між полицями для зниження (або підвищення) температури в апараті забезпечується стійкий температурний режим проведення реакції.

Наявність шарів каталізатора пришвидшує протікання реакції в апараті, при чому можна вибірково пришвидшувати ту чи іншу реакцію – так звана властивість селективності каталізатора - здатність прискорювати лише одну з можливих за даних умов паралельних реакцій. Завдяки цьому стало можливим, використовуючи різні каталізатори, з одних й тих самих вихідних речовин одержувати різні продукти.

Схема каталітичного поличного реактора представлена на рисунку 3.1.

Рисунок 3.1 – Схема каталітичного поличного реактора

В процесі отримання метанолу з синтез-газу в реакторі при постійній температурі (ізотермічний режим) відбувається наступна хімічна реакція:



Для зручності представимо реакцію (3.1) схематично у вигляді (3.2):



де А – моно оксид карбону; В – водень; R – метанол;  $k_1$  - константа швидкості хімічної реакції,  $\left(\frac{\text{м}^3}{\text{кмоль}}\right)^2 \frac{1}{\text{с}}$ .

Запишемо кінетичну модель згідно з реакцією (3.2). Отримаємо:

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						23
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$$\begin{cases} \frac{dC_A}{d\tau} = -k_1 \cdot C_A \cdot C_B^2 \\ \frac{dC_B}{d\tau} = -2k_1 \cdot C_A \cdot C_B^2 \\ \frac{dC_R}{d\tau} = k_1 \cdot C_A \cdot C_B^2 \end{cases} \quad (3.3)$$

Початкові концентрації реагуючих речовин на вході в реактор:  $C_A(0)$ ,  $C_B(0)$ ,  $C_R(0)$ , *кмоль/м<sup>3</sup>*;  $\tau$  - час перебування в реакторі, с.

Для моделювання поличного реактора, що використовується у процесі отримання метанолу із синтез-газу, використовується модель ідеального витіснення, це обумовлено специфікою процесу.

Математичне моделювання реактора синтезу метанолу проводиться з урахуванням наступних припущень:

- гідродинамічний режим в апараті – ідеальне витіснення;
- на вході в шар каталізатора газовий потік повністю перемішаний;
- шар каталізатора – квазігомогенне середовище, ізотермічний.

Апарат, що моделюється - реактор ідеального витіснення, що працює в ізотермічному неперервному режимі. Математична модель реактора ідеального витіснення (РІВ) в загальному вигляді записується:

$$\frac{dC}{dt} = -u \frac{dC}{dl} + W_r \quad (3.4)$$

Так як реактор, що розглядається, працює в неперервному режимі, доцільно розглянути усталений режим, в якому:

$$\frac{dC}{dt} = 0$$

Для цього в рівнянні (3.4) проведемо наступну заміну: замість швидкості реакції підставимо швидкість, з якою змінюється концентрація речовини I:

$$W_r = W_{RA}$$

Тоді матмодель прийме наступний вигляд:

$$u \frac{dC_I}{dl} = W_{RA} \quad (3.5)$$

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						24
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Для зручності розв'язання математичної моделі перейдемо до часу перебування реакційної суміші в реакторі. Тоді матмодель у загальному вигляді запишеться як:

$$\frac{dC_A}{d\tau} = W_{RA} \quad (3.6)$$

Остаточний вигляд математичної моделі після підстановки рівнянь хімічної кінетики до рівняння (3.6):

$$\begin{cases} \frac{dC_A}{d\tau} = -k_1 \cdot C_A \cdot C_B^2 \\ \frac{dC_B}{d\tau} = -2k_1 \cdot C_A \cdot C_B^2 \\ \frac{dC_R}{d\tau} = k_1 \cdot C_A \cdot C_B^2 \end{cases} \quad (3.7)$$

де  $C_A(0)$ ,  $C_B(0)$ ,  $C_R(0)$  - початкові концентрації реагуючих речовин на вході в реактор,  $\text{кмоль} / \text{м}^3$ ;  $k$  - константа швидкості хімічної реакції,  $\left(\frac{\text{м}^3}{\text{кмоль}}\right)^2 \frac{1}{\text{с}}$ .

Так як виконується перевірочний розрахунок, то конструктивні параметри (висота, діаметр) не розраховуються. Виконується розрахунок часу перебування реакційної суміші в апараті та ступеню перетворення монооксиду карбону в часі за формулами (3.8) – (3.12). За значенням ступеню перетворення роблять висновок щодо відповідності заданого апарату необхідним вимогам (ступінь перетворення по СО повинен становити 90 – 95%).

Площа поперечного перерізу апарату,  $\text{м}^2$ :

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (3.8)$$

де  $d$  – діаметр реактора, м.

Лінійна швидкість реакційної суміші,  $\text{м/с}$ :

$$u = \frac{V_0}{S}, \quad (3.9)$$

де  $V_0$  – об'ємна витрата реакційної суміші,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Об'єм реактора,  $\text{м}^3$ :

$$V = S \cdot L, \quad (3.10)$$

де  $L$  - висота апарату, м.

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						25
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Час перебування реакційної суміші в апараті:

$$\tau = \frac{V}{V_0}, \quad (3.11)$$

де  $V$  – об'єм апарату,  $\text{м}^3$ .

Ступінь перетворення, %:

$$X_a = \frac{Ca(0) - Ca(i)}{Ca(0)} \cdot 100\%, \quad (3.12)$$

де  $Ca(0)$ ,  $Ca(i)$  – відповідно концентрації компонента А в початковий та кінцевий момент часу,  $\text{кмоль}/\text{м}^3$ .

Розв'язавши систему диференціальних рівнянь (3.7) при заданих значеннях константи швидкості реакції, діаметру та висоти апарату, а також концентрацій реагуючих речовин в початковий момент часу отримують концентрації реагентів у вихідному потоці, а також розраховують за формулою (3.12) ступінь перетворення компоненту А. Для розв'язування (3.7) використано числовий метод Ейлера.

В додатку А наведено розрахунки, виконані в середовищі MathCad 14.

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						26
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

### 3.3 Структура і технічні характеристики обчислювального модуля

Відповідно до математичної моделі було розроблено алгоритм обчислювального модулю представлений у додатку Б. Програмний код обчислювального модуля, розробленого в середовищі Visual Basic 6.0 наведено в додатку В.

Структура обчислювального модуля:

- файли форм – Form1.frm – Form5.frm;
- файл проекту – Project1.vbp.

Призначення основних елементів програмного модуля наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Основні елементи обчислювального модуля та їх призначення.

Схема взаємодії вищеперерахованих форм має вигляд, наведений на рисунку 3.2.

Рисунок 3.2 – Схема взаємодії між формами програмного модуля

Розроблений програмний модуль складається з 9 процедур обробки подій. Призначення цих процедур наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Процедури обчислювального модуля та їх призначення

Отже, в даному розділі подана характеристика елементів, що входять до складу розробленої програми, а саме основних процедур та компонентів, що були використані. Даний програмний модуль можна використовувати для розрахунку будь-якого РІВ, для якого відомі конструктивні параметри (висота, діаметр) та схема реакції якого відповідає розглянутій –  $A + 2B = R$ .

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						27
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		



### 3.4 Інструкція користувачу програмного продукту

Програмний модуль призначений для перевірного розрахунку поличного каталітичного реактора ідеального витіснення, що працює в ізотермічному неперервному режимі.

Графічний інтерфейс користувача, який відкривається при завантаженні програми наведено на рисунку 3.2.

Головне вікно містить поля для вводу вихідних даних, а саме витрати (об'ємного видатку) вихідної суміші, концентрацій компонентів реакції, що відбувається в апараті, в початковий момент часу, діаметра та висоти апарату та константу швидкості реакції.

Рисунок 3.2 – Головне вікно програми

Для виконання розрахунків слід ввести початкові дані у відповідні поля та натиснути кнопку «Розрахувати». Після чого на формі з'являються розраховані наступні параметри:

- ступінь перетворення компоненту А (монооксиду карбону CO), %;
- профілі зміни концентрації компонентів реакції в часі;
- значення концентрації компонентів реакції по довжині реактора L;
- значення ступеню перетворення CO по довжині реактора L.

Рисунок 3.3 – Результати розрахунку

Графічна інтерпретація результатів розрахунку виводиться на окрему форму. Отримавши числові значення концентрацій компонентів (рисунок 3.3), можна побудувати профілі їх зміни в часі (рисунок 3.4). Для цього необхідно на основній формі натиснути клавішу «Графік».

Рисунок 3.4 – Графічна інтерпретація результатів розрахунку

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						28
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Для отримання загальної інформації щодо програмного продукту або ж інструкції щодо користування програмою необхідно використати спеціальне меню, відповідно, вибравши пункт «Про програму» або «Інструкція користувачу».

На рисунку 3.5 наведено вигляд форми «Інструкція користувачу». Тут наведено короткі рекомендації щодо користування програмним модулем.

На рисунку 3.7 наведено форму «Про програму», в якій описано призначення обчислювального модуля та наведено дані про розробника.

#### Рисунок 3.5 – Вікно «Інструкція користувачу»

Отже, за результатами розробленого програмного модуля було виконано перевірочний розрахунок реактора синтезу метанолу та розраховано деякі його параметри; ступінь перетворення CO – 93,57%. Ступінь перетворення, розрахований за матеріальним балансом становить 93,76%, що збігається з отриманим в ході розрахунку за програмним модулем значенням.

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						29
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

#### **4 Автоматизація технологічної схеми процесу отримання метанолу**

Впровадження спеціальних автоматичних пристроїв сприяє безаварійній роботі устаткування, виключає випадки травматизму, попереджає забруднення атмосферного повітря промисловими викидами.

##### **4.1 Аналіз параметрів технологічної схеми**

Автоматизація виробництва – один із найважливіших напрямків науково – технічного прогресу, розвиток якого має об’єктивний характер. Це пов’язане насамперед з тим, що завдяки автоматизації вирішуються задачі підвищення продуктивності виробництва і покращення умов праці. Складність і висока швидкість протікання технологічних процесів у хімічній промисловості, їх чутливість до порушень режиму, а також підвищені вибухо– та пожежонебезпечність і шкідливість умов роботи спричинюють підвищену увагу до питань автоматизації хіміко- технологічних процесів. Автоматичні контроль та керування технологічними процесами забезпечують високу якість продукції, раціональне використання сировини та енергії, подовження термінів міжремонтного пробігу устаткування, зменшення чисельності технічного персоналу.

Завдання технологічного процесу виробництва метанолу полягає в отриманні заданого виходу кінцевого продукту з синтез – газу-метанолу. Аналіз технологічної схеми показав, що для забезпечення необхідного виходу метанолу та протікання процесу за технічним регламентом необхідно регулювати та контролювати наступні параметри: температуру в трубопроводах подачі синтез – газу в реактор, витрати циркуляційного та танкових газів, рівень в збірнику метанолу-сирцю, концентрації метанолу та чадного газу в цеху.

Крім контролю та регулювання є параметри, про значення яких необхідно сигналізувати. До них належать режимні параметри, які можуть спричинити аварійну ситуацію. Одними з таких параметрів є концентрації метанолу та монооксиду карбону в приміщенні, оскільки перевищення їх ГДК може спричинити отруєння, тому концентрації даних компонентів потрібно

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						30
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

контролювати та у разі перевищення ГДК видавати звуковий або/і світловий сигнал.

На підставі аналізу технологічної схеми було визначено необхідний рівень автоматизації виробництва. В результаті чого обрано параметри об'єкту автоматизації, що підлягають контролю та регулюванню.

Відповідно до обраних параметрів регулювання, контролю, сигналізації були вибрані місця для заміру параметру на технологічному об'єкті та номінальні значення параметрів, межі їх зміни. Всі дані занесемо до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Параметри регулювання та контролю виробництва метанолу-сирцю

На основі даних, наведених в таблиці 4.1, розроблена схема автоматизації процесу синтезу метанолу включає в себе 18 регулюючих контурів (в тому числі один контур регулювання та сигналізації) та чотири контури контролю (в тому числі два контури контролю та сигналізації).

При виборі приладів та засобів автоматизації слід дотримуватись наступних правил:

- для регулювання однакових параметрів технологічного процесу застосовуються однотипні засоби автоматизації;
- клас точності приладів повинен відповідати технологічним вимогам;
- діапазон вимірювання приладів повинен відповідати діапазону технологічних параметрів, що регулюються.

Тому для автоматизації процесу виробництва метанолу були вибрані технічні засоби автоматизації за каталогами відповідних виробників. [1 - 8]. Специфікація до обраних засобів наведена в додатку Г.

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						31
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

## 4.2 Вибір приладів та засобів автоматизації

В якості вимірювальних приладів температури для контурів 1, 2, 3 12, 15 було обрано термоперетворювачі опору марки ТСПУ-0289 (поз. 1а, 2а, 3а, 12а, 15а) з діапазоном вимірювання температури від -200 до 600°C, що призначені для вимірювання температури у рідких, газоподібних та сипучих речовинах, шляхом перетворення опору в уніфікований вихідний сигнал 4 – 20 мА. Отриманий сигнал з термоперетворювача передається на ПІД-регулятор МТМ 620, який видає регулюючий вплив на виконавчий механізм марки МЕО-40/10, який:

- в контурі 1: змінює подачу холодної байпасної суміші, тим самим знижуючи чи підвищуючи температуру газу на виході з реактору (поз. 1а);
- в контурі 2: якщо температура газу на вході в реактор становить не 210 °С, то змінюється подача гріючого агенту в теплообмінник АТ1 (поз. 2а).
- в контурі 3: змінює подачу основного потоку, тим самим знижуючи чи підвищуючи температуру газу на вході реактора (поз. 3а);
- в контурі 12: змінює подачу газової суміші (поз. 12а);
- в контурі 15: змінює газової суміші, тим самим знижуючи чи підвищуючи температуру газу на вході у збірник (поз. 15а);

### Контроль та регулювання витрат

Для контролю та регулювання витрати в контурах 4, 5, 6, 7, 8, 13, 14, 16, 17, 18 використовується звужуючий пристрій – діафрагма, виготовлена зі сталі марки 12Х18Н10Т (поз. 4а, 5а, 6а, 7а, 8а, 13а, 14а, 16а, 17а, 18а), а саме:

- в контурі 4 і 18 – діафрагма безкамерна ДБС 2,5 – 1400 з діаметром умовного проходу 1400 мм (поз. 4а, 18а);
- в контурі 5 – діафрагма камерна ДКС 10 – 400 з діаметром умовного проходу 400 мм (поз. 5а);

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						32
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

- в контурі 6 та 7 – діафрагма камерна ДКС 10 – 50 з діаметром умовного проходу 50 мм (поз. 6а, 7а) ;
- в контурі 8, 16 – діафрагма камерна ДКС 10 – 600 з діаметром умовного проходу 600 мм (поз. 8а, 16а);
- в контурі 13, 14, 16 – діафрагма камерна ДКС 10 – 550 з діаметром умовного проходу 550 мм (поз. 13а, 14а, 16а);

Сигнал з витратоміра передається на дифманометр мембранний без шкальний, який перетворює величину перепаду тиску в уніфікований вихідний сигнал, який є вхідним сигналом на наступний прилад - показуючий та реєструючий автоматичний прилад слідкуючого урівноваження марки РП 160 – 30. В якості приладу контролю та регулювання в контурі 4 використовується електричний ПІД – регулятор марки МТМ 620, сигнал з якого подається на виконавчий механізм МЕО-40/10, що змінює витрату синтез – газу на вході в змішувач.

### **Контроль та регулювання рівня**

Для контролю та сигналізації рівня в ємності розроблено контур автоматизації 8а, в якому розташовано електронний регулятор – сигналізатор рівня рідини ЕРСУ–3 марки САУ–М6. Даний прилад призначений для сигналізації та підтримки в заданих межах рівня рідини. При зависокому чи заниженому рівні рідини в ємності прилад подає сигнал на сигнальну лампу типу ЛС-151, а також на самому приладі встановлені світлові індикатори, що сигналізують про рівень рідини в ємності.

### **Сигналізація концентрації шкідливих речовин в приміщенні**

Для сигналізації про перевищення ГДК шкідливих речовин в приміщенні (метанолу та чадного газу) розроблено контур автоматизації 9, в який входить стаціонарна система автоматичного контролю загазованості марки А-4М, що складається з двох датчиків, розташованих на стелі цеху синтезу метанолу та пульту на 4 канали, розташованого на щиті керування.

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						33
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Датчик через кожні 2 секунди передає сигнал на канал (кожен датчик має окремий канал вимірювання) і в разі, якщо значення перевищує допустиме прилад видає світловий та звуковий сигнали.

Розроблена схема автоматизації забезпечує проведення процесу в регламентованому режимі.

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						34
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

## 5 Економіко - організаційні розрахунки процесу виробництва метанолу

Процес синтезу органічних речовин є досить поширеним в хімічній технології багатьох виробництв. У даному дипломному проекті розглядається підприємство, що спеціалізується на виготовленні метилового спирту – сирця з синтез - газу.

Єдиним виробником метанолу на сьогоднішній день в Україні залишається ЗАТ «Севродонецьке об'єднання «Азот» (м. Севродонецьк), що випускає такі види товарної продукції, як аміак, азотні мінеральні добрива, органічні спирти і кислоти, товари побутової хімії, вироби з полімерів і полімерних плівок [4].

Основною сировиною для виробництва є конвертований газ, отриманий методом каталітичної конверсії природного газу з водяною парою і киснем; газ, що є відходом виробництва оцтової кислоти; синтез-газ – відхід виробництва ацетилену. Технологічний процес виробництва метанолу заснований на здобутті метанолу з водню, оксиду і двоокису вуглецю під тиском не більше 5,3 МПа при температурі не більш 300 °С . Синтез метанолу здійснюється на мідь-цинк-алюмінієвому каталізаторі. Процес проводиться без очищення початкового газу від ненасичених вуглеводнів (ацетилену, етилену), кисню і інших мікрочасток. Отриманий метанол - сирець піддається ректифікації з отриманням метанолу ректифікату і метанолу - сирця, як відходу.[1]

Одним з найважливіших показників діяльності підприємства є собівартість продукції, яка комплексно характеризує ступінь використання усіх ресурсів, рівень технічного розвитку виробництва, досконалість системи управління та значною мірою визначає кінцеві результати діяльності підприємства – прибуток і рентабельність.

Метою проведення економіко – організаційного обґрунтування процесу

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						35
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		



синтезу метанолу є розрахунок його основних техніко – економічних показників, за якими можна буде зробити висновки щодо доцільності існування підприємства, що займається виготовленням даної продукції.

### **5.1 Теоретичні відомості для техніко – економічного обґрунтування процесу виробництва метанолу**

Виробничий процес – єдність живої праці, засобів праці, предметів праці, зосереджених у просторі і часі для виготовлення продукції або виконання робіт.

Види виробничих процесів:

1. основні – пов’язані з виготовленням готової продукції, яка формує призначення підприємства;
2. допоміжні – пов’язані для заготівлі або одержання комплектуючих для обслуговування виробництва (складування, транспортування);
3. бічні – виробництво продукції з відходів основного виробництва;
4. підсобні – не мають безпосереднього відношення до виробництва продукції, обслуговують допоміжні.

Предмет праці – сировина, матеріали, які підлягають обробці. Предмети праці входять до складу оборотних засобів.

Виробничий процес – це період часу, необхідний для випуску готової продукції.[17]

Основні засоби (ОЗ) – це засоби праці, що неодноразово беруть участь у виробничому процесі, не змінюючи при цьому своєї первинної форми. Їх вартість переноситься на вартість готової продукції частинами в міру зношення шляхом амортизаційних відрахувань.

До основних засобів належать:

- будівлі і споруди;
- машини і обладнання;

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						36
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

- транспорт;
- виробничий і господарський інвентар (вартістю понад 2500 грн.. та терміном служби більше 1 року);

- нематеріальні активи (права, ліцензії, сертифікати).

Основні засоби поділяються на пасивні і активні:

1. активні – безпосередньо впливають на предмет праці (машини і обладнання, інструменти та засоби, вимірювальна та обчислювальна техніка);
2. пасивні – засоби, які безпосередньо не впливають на предмет праці, але є необхідними для виробничого процесу (будівлі та споруди, силове устаткування, транспортні засоби, інвентар).

Грошова оцінка основних засобів характеризується чотирма вартостями:

1. повна початкова вартість ( $\Phi_{\text{пп}}$ ) – вартість придбання або створення основних засобів з урахуванням гуртової ціни, витрат на доставку, витрати на монтаж, установку, тобто всі витрати до моменту запуску основних засобів у виробництво:

$$\Phi_{\text{пп}} = \text{Ц}_{\text{придб}} + \text{Ц}_{\text{транс}} + \text{Ц}_{\text{уст}};$$

2. відновлювальна вартість ( $\Phi_{\text{відн}}$ ) – вартість, яку необхідно додати на момент переоцінки основних засобів для відновлення їх до початкового робочого стану;

3. залишкова вартість ( $\Phi_{\text{зал}}$ ) – різниця між  $\Phi_{\text{пп}}$  та нарахованим зносом основних засобів:

$$\Phi_{\text{зал}} = \Phi_{\text{пп}} - \text{Знос};$$

4. ліквідаційна вартість ( $\Phi_{\text{лікв}}$ ) – сума грошей або інших активів, яку підприємство очікує отримати від реалізації (ліквідації) ОЗ після закінчення терміну їх експлуатації.[17]

Калькуляція – документ, який дозволяє систематизувати витрати на виробництво одиниці продукції і визначити її собівартість. Це спосіб

групування витрат і визначення собівартості, придбання матеріальних цінностей, виготовлення продукції або виконання робіт на конкретному підприємстві, у конкретних умовах.

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						37
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Кошторис – документ для систематизації витрат і розрахунку собівартості робіт.

Амортизація — це економічний процес, що кількісно відображає втрату основними засобами своєї вартості, яка амортизується, та її систематичний розподіл (перенесення) на заново створений продукт (виконану роботу, надану послугу) протягом періоду їх корисного використання.

$$A = \frac{\Phi_{\text{нп}} + K - \Phi_{\text{лікв}} + P}{T_{\text{експлуат}}}, \quad (5.1)$$

де  $K$  – витрати на капремонт за час  $T_{\text{експлуат}}$  – термін експлуатації;  $P$  – вартість ліквідації ОЗ.

Норма амортизації — відсоткове відношення часткової суми амортизації до повної початкової амортизації.

Собівартість – це всі витрати на виробництво і реалізацію товару (послуги або виконання роботи) в грошовому вигляді. Розраховується за наступною формулою:

$$C = A + \text{ОбЗ} \quad (5.2)$$

де  $A$  – амортизація основних засобів,  $\text{ОбЗ}$  – оборотні засоби

Норма амортизації – це відсоток амортизаційних відрахувань від балансової вартості основних засобів.

Окрім ОЗ кожне підприємство обов’язково повинно мати оборотні засоби або оборотний капітал. Оборотний капітал – це фінансові ресурси, вкладені в об’єкти, використання яких здійснюється підприємством протягом одного виробничого циклу.

Оборотні засоби – це зазначені об’єкти. Оборотний капітал, що вкладається у виробництво і реалізацію продукції, споживається повністю і відтворюється відразу після завершення виробничого циклу через реалізацію товару.

До основних техніко – економічних показників належать:

- випуск продукції;

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						38
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

- фондовіддача ОЗ — це відношення обсягу виробленої продукції підприємства до середньорічної вартості ОЗ, що показує, який обсяг виробленої продукції припадає на 1 грн... вартості ОЗ, тобто:

$$\Phi_B = \frac{B}{C_{сер}} \quad (5.3)$$

де В - запланований випуск продукції за певний період;  $C_{сер}$  - середньорічна вартість ОЗ;

- фондомісткість ОЗ — це показник, обернений до фондовіддачі. Він показує, яка вартість ОЗ припадає на 1 грн... виробленої продукції, тобто:

$$\Phi_M = \frac{1}{\Phi_B} \quad (5.4)$$

- капіталовкладення:

$$K = OЗ + ОбЗ \quad (5.5)$$

- собівартість продукції — це вираження у грошовій формі поточних витрат підприємства на підготовку виробництва продукції, її виготовлення і збут.

Для забезпечення беззбиткової виробничо - господарської діяльності підприємства ці витрати повинні відшкодовуватись за рахунок виручки від продажу виготовленої продукції. [17]

Собівартість продукції відображає рівень витрат підприємства на її виробництво і комплексно характеризує ефективність використання ним ресурсів, організаційний і технічний рівень виробничого процесу, рівень продуктивності праці.

$$C = A + Z_{сер.} + ФОП + Z_{електр.} \quad (5.6)$$

де А - амортизаційні відрахування; ФОП - фонд оплати праці:

$$ФОП = ЗП + Нарахування \quad (5.7)$$

де ЗП - заробітня плата, ціна, що сплачується за використану працю, грошова вартість робочої сили; Нарахування - сума коштів, яку підприємство обов'язково сплачує до державних засобів соціального захисту (37%).

- ціна;

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						39
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

- прибуток — абсолютна величина, що характеризує доцільність існування підприємства:

$$P = Ц - C \quad (5.8)$$

- рентабельність — показник ефективності роботи підприємства, характеризує ефективність повернення вкладених коштів.

$$P = \frac{P}{C} \cdot 100\% \quad (5.9)$$

- економічна ефективність:

$$E = \frac{P}{K} \quad (5.10)$$

- період повернення капіталовкладень:

$$T = \frac{1}{E} \quad (5.11)$$

Кадри характеризуються показниками:

1. Чисельність явочна — максимально допустима чисельність працівників необхідних для виконання відповідного обсягу робіт і повної комплектації робочих місць протягом робочої зміни.

$$Ч_{яв} = \frac{B}{H_B \cdot K_{вн} \cdot K_{пн}}, \quad (5.10)$$

де B - запланований випуск продукції за певний період;  $H_B$  - норма виробітку;  $K_{вн}$  - коефіцієнт виконання норми;  $K_{пн}$  - коефіцієнт перегляду норм у поточному періоді.

Норма виробітку — становлений обсяг робіт, який працівник чи група працівників повинна виконати у відповідних організаційно-технічних умовах

за визначений період часу відповідно до своєї кваліфікації.

$$H_B = \frac{B}{Ч \cdot T}, \quad (5.11)$$

де Ч - чисельність персоналу, зайнята на випуск певної продукції; T - період часу, за який випускається дана продукція.

Чисельність за списком - характеризує потребу підприємства у кадровому забезпеченні і крім штатних посад містить працівників необхідних

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						40
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

для заміщення хворих, осіб у відпустках, відсутніх за інших причин, консультантів, експертів та інших позаштатних працівників.[17]

$$Ч_{СП} = Ч_{ЯВ} \cdot K_{ПЕРЕРАХ..} \quad (5.12)$$

$$K_{ПЕРЕРАХ..} = \frac{T_{підпр.}^{рік.}}{T_{прац.}^{рік.}} \quad (5.13)$$

де  $T_{підпр.}^{рік.}$  - тривалість роботи підприємства за рік;  $T_{прац.}^{рік.}$  - тривалість роботи працівника за рік.

## 5.2 Техніко – економічні показники виробництва метанолу

У цеху синтезу метанолу працює 20 осіб. Перелік осіб, що працюють в даному відділенні наведено в таблиці 5.1. Тобто, явочна чисельність персоналу:  $Ч_{ЯВ} = 20$  осіб. Згідно з відомими нормами технічного проектування режим роботи працівника в умовах безперервного робочого тижня характеризується 6-ти годинною робочою зміною, оскільки в цеху синтезу метанолу шкідливі умови праці.

Таблиця 5.1 - Персонал цеху синтезу метанолу

Графік змін на підприємстві: 1-а зміна: 6.00-12.00; 2-а зміна: 12.00 - 18.00; 3-я зміна: 18.00- 00.00; 4-а зміна: 00.00- 6.00.

Для забезпечення безперервності виробництва необхідно 5 бригад. Складемо графік змінності (таблиця 5.2).

Таблиця 5.2 - Графік змінності основних виробничих працівників

Знаходимо фактичний відпрацьований час кожним працівником:

$$T_{факт.}^{роб.} = \frac{365}{T_{зм.об.}} (T_{зм.об.} - T_{вих.}) - T_{відп.} = \frac{365}{25} (25 - 5) - 14 = 278 \text{ діб}$$

де  $T_{зм.об.}$  – змінооборот, днів;  $T_{вих.}$  - кількість вихідних;  $T_{відп.}$  - відпустка.

Розраховуємо чисельність персоналу за списком:

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						41
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$$\chi_{\text{сп}} = \chi_{\text{яв}} \cdot \frac{365 \cdot 24}{T_{\text{роб.}} \cdot 6} = 20 \cdot \frac{365 \cdot 24}{278 \cdot 6} = 105 \text{ ос.}$$

Розрахуємо фонд заробітної плати (прийmemo середню заробітну плату одиничного працівника  $ЗП_{\text{сер.}} = 3000 \text{ грн. /міс.}$ ):

$$ЗП = 12 \cdot ЗП_{\text{сер.}} \cdot \chi_{\text{сп}} = 12 \cdot 3000 \cdot 105 = 3780000 \frac{\text{грн.}}{\text{рік}}$$

Відрахування на соціальні заходи здійснюються за встановленим законодавством ставками від витрат на оплату праці і складає 37%.

$$СЗ = ЗП \cdot 0,37 = 3780000 \cdot 0,37 = 1398600 \text{ грн. /рік}$$

Затрати на сировину зручно привести у вигляді таблиці 5.3.

Річні затрати на сировину та реагенти:  $З_c = 1394310069 \text{ грн. /рік}$

Витрати на електроенергію. Розрахуємо витрати на електроенергію за нерегульованим тарифом, тариф за приєднану потужність:  $T_{\text{пр}} = 0.5 \text{ грн. /кВт}$ ; потужність обладнання:  $H_{\text{об}} = 60 \text{ кВт/т}$ ; освітлення цілодобове:  $H_{\text{ос}} = 30 \text{ кВт/добу}$ .

Таблиця 5.3 - Розрахунок вартості сировини для виробництва метанолу

Підприємство працює цілодобово 365 днів на рік. Річні витрати на електроенергію:

$$\begin{aligned} Z_{e/e} &= P_{\text{пр}} \cdot T_{\text{пр}} + T_{\text{нерег}} \cdot (H_{\text{об}} \cdot V_{\text{год}} + H_{\text{ос}} \cdot 365) = \\ &= 5000 \cdot 0.5 + 1 \cdot (60 \cdot 734,864 + 30 \cdot 365) = 57490 \frac{\text{грн.}}{\text{рік}} \end{aligned}$$

Витрати на опалення цеху. Загальна площа:  $1500 \text{ м}^2$ ; тарифна ставка на опалення:  $4 \text{ грн. /м}^2 \text{ міс}$ ; Сезон опалення: 6 місяців

$$Z_{\text{опал.}} = 1500 \cdot 4 \cdot 6 = 36000 \frac{\text{грн.}}{\text{рік}}$$

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						42
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Амортизаційні відрахування. Здійснюються за прийнятими методами і нормами.

Таблиця 5.4 - Розрахунок вартості ОЗ підприємства з виробництва метанолу

Сумарна вартість ОЗ:

$$\text{ОЗ} = 900000 + 1150000 + 70000 + 120000 + 20000 + 100000 + 75000 + 55000 + 40000 + 250000 = 2799000 \text{ грн./рік}$$

Знаючи вартість основних засобів та норми амортизації, розраховуємо величину амортизаційних відрахувань:

$$A = (900000 + 1150000) \cdot 0,05 + (70000 + 120000 + 7500 + 55000 + 40000) \cdot 0,2 + 10000 \cdot 0,2 + 9000 \cdot 0,25 = 77750 \text{ грн.}$$

Ціна реалізації кінцевої продукції  $C = 1800$  грн./т, розраховуємо ціну річного випуску продукції:

$$V_{\text{рік}}^{\text{грн.}} = C \cdot V_{\text{рік}} = 1800 \cdot 8832,5 = 15898500 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.5 – Сумарні затрати цеху синтезу метанолу

Визначаємо прибуток підприємства:

$$\Pi = V_{\text{рік}}^{\text{грн.}} - \sum Z = 15898500 - 5178600 = 10719900 \text{ грн.}$$

Рентабельність підприємства:

$$P = \frac{\Pi}{C} \cdot 100\% = \frac{10719900}{23780493} \cdot 100 = 45,07\%$$

Коефіцієнт економічної ефективності:

$$E = \frac{\Pi}{K} = \frac{\Pi}{\text{ОФ} + \text{ОбФ}} = \frac{10719900}{2799000 + 18524143} = 0,502$$

де  $\text{ОбФ} = C - A - \sum \Pi = 23780493 - 77750 - 5178600 = 18524143$  грн.

Період повернення капіталовкладень:

$$T_{\text{пов.}} = \frac{1}{E} = \frac{1}{0,502} = 1,989 \text{ рік} \approx 2 \text{ роки}$$

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						43
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		



Фондовіддача основних засобів виробництва:

$$\Phi B = \frac{B_{\text{рік}}^{\text{грн.}}}{\text{ОФ}} = \frac{15898500}{2799000} = 5,68 \text{ грн./грн.}$$

Фондоємність:

$$\Phi \epsilon = \frac{1}{\Phi B} = \frac{1}{5,68} = 0,176 \text{ грн./грн.}$$

Фондоозброєність персоналу:

$$\Phi O = \frac{\text{ОФ}}{Ч_{\text{сп}}} = \frac{2799000}{105} = 26657,14 \text{ грн./ос.}$$

Зведемо всі розраховані показники до таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 - Основні техніко - економічні показники підприємства з виробництва метанолу

Отже, можна зробити висновок, що якісними показниками розглянутого підприємства є прибуток, що становить 10719900 грн./рік, рентабельність підприємства 45%, річна собівартість продукції 210041204422,5 грн./рік та показник ефективності підприємства - 0,502. Кількісними показниками є вартість основних засобів підприємства, що становить 2799000 грн. та витрати на електроенергію – 23780493 грн./рік.

При оцінці діяльності підприємства найбільш значущим показником є рентабельність підприємства. Це відношення отриманого прибутку до затрат. Якщо рентабельність підприємства більше нуля, то підприємство прибуткове, якщо менше нуля - ні.

Дане підприємство має рентабельність 45,07%, отже є досить прибутковим. Термін повернення капіталовкладень вкладникам становитиме приблизно 2 роки.

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						44
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

## 6 Охорона праці

Технологічний об'єкт, що розглядається виробництво метилового спирту з синтез – газу, містить в обігу шкідливі, вибухонебезпечні речовини. Також в даному об'єкті передбачено використання електроенергії та теплової енергії. Тому доцільно розглянути, які засоби та заходи щодо створення на об'єкті здорових і безпечних умов праці і пожежної безпеки необхідно використати.

### 6.1 Повітря робочої зони

Роботи, що виконувались в цеху по важкості відносяться, відповідно [18], до категорії Па. Санітарні та фактичні норми параметрів мікроклімату для робіт, які виконуються в приміщенні, наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 –Санітарні норми параметрів мікроклімату цеху

З метою забезпечення нормативних рівнів параметрів мікроклімату і чистоти робочої зони передбачені наступні засоби та заходи: механізація і автоматизація тяжких і працемістких робіт; дистанційне управління процесами й апаратами; раціональне розміщення устаткування, агрегатів і т. п.; наявність теплоізоляції устаткування, агрегатів, комунікації й інших джерел, що випромінюють на робочих місцях тепло.

В додатку Д (таблиця Д.1) наведено основні санітарні характеристики підприємства, що розглядається, а саме цеху синтезу метилового спирту.

### 6.2 Виробниче освітлення

Згідно [19] роботи в цеху за зоровими умовами відносяться до розряду VIII-б.

У приміщенні цеху передбачено використання природного, штучного, суміщеного та локалізованого освітлення. Природне освітлення являє собою

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						45
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

комбіновану систему поєднання верхнього й бокового освітлення. Штучне освітлення представлено системою, в якій світильники розміщують у верхній зоні приміщення. У таблиці 6.2 наведені санітарно-гігієнічні норми параметрів освітлення.

Таблиця 6.2 – Норми штучного освітлення коефіцієнта природної освітленості КПО виробничих приміщень

Проектом передбачені наступні системи освітлення за функціональним призначенням: робоча, аварійна, евакуаційна, ремонтна, охоронна. Для виконання ремонтних робіт проектом передбачені переносні електричні світильники. При відключенні робочого освітлення передбачається система аварійного освітлення.

У вибухонебезпечних зонах проектом передбачене використання пілозахищених люмінесцентних світильників. Для виміру й контролю освітленості в приміщеннях застосовують люксметри Ю-117 з періодичністю виміру 1 раз на рік і після ремонту освітлювальних установок та заміни ламп.

Окрім виробничого цеху, на виробництві наявний цех операторів АСУТП, схема якого наведена на рисунку 6.1. Площа цього приміщення становить 15 м<sup>2</sup>. В цьому приміщенні розташовані два автоматичних робочих місця (АРМ) оператора – технолога, обладнані ЕОМ.

Рисунок 6.1 – Схема операторної кімнати виробництва

Перевіримо освітленість робочого місця користувача ПК на відповідність розряду зорової роботи. За даними вимірювань рівень природної освітленості поверхні, де розташований ПК, складає 200 лк за освітленості тієї же поверхні відкритим небосхилом в 20000 лк, тобто КПО=1%, що не відповідає нормативному КПО.

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						46
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Розрахунок штучного освітлення проведемо для кімнати площею  $15\text{м}^2$ , ширина  $A$  якої складає  $3\text{м}$ , довжина  $B - 5\text{м}$ , висота -  $3\text{м}$ .

Скористаємося методом використання світлового потоку [20]. Для визначення потрібної кількості світильників, які повинні забезпечити нормований рівень освітленості, визначимо світловий потік, що падає на робочу поверхню за формулою:

$$F = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{\eta}, \quad (6.1)$$

де  $F$  - світловий потік, що розраховується, Лм;  $E$  - нормована мінімальна освітленість, Лк;  $E = 300$  Лк;  $S$  - площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку  $S=15\text{м}^2$ );  $Z$  - відношення середньої освітленості до мінімальної (зазвичай приймається рівним  $1,1 \dots 1,2$ , в нашому випадку  $Z = 1,1$ );  $K$  - коефіцієнт запасу, в нашому випадку  $K = 1,5$ ;  $\eta$  - коефіцієнт використання світлового потоку, що характеризується коефіцієнтами відбиття від стін ( $\rho_{\text{ст.}}$ ) і стелі ( $\rho_{\text{стелі}}$ ), значення коефіцієнтів дорівнюють  $\rho_{\text{ст.}} = 50\%$  і  $\rho_{\text{стелі}} = 50\%$ .

Обчислимо індекс приміщення за формулою:

$$I = \frac{S}{h_p (A + B)} = \frac{15}{1(5 + 3)} = 1,875 \quad (6.2)$$

де  $h_p$  - розрахункова висота підвісу ( $h_p = h_1 - h_2$ ,  $h_p = 1\text{м}$ ).

Знаючи індекс приміщення  $I$  знаходимо значення  $\eta = 0,57$ .

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку:

$$F = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 15 \cdot 1,1}{0,57} = 13026 \text{ Лм}$$

Для освітлення використані люмінесцентні лампи типу ЛБ-40, світловий потік яких  $F = 3120$  Лм. Розрахуємо необхідну кількість ламп у світильниках за формулою:

$$N = \frac{F}{F_{\text{л}}} = \frac{13026}{3120} \approx 4 \quad (6.3)$$

де  $N$  - кількість ламп, що визначається;  $F$  - світловий потік;  $F_{\text{л}}$  - світловий потік лампи.

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						47
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

В приміщенні використовуються світильники типу НОДЛ. Кожен світильник комплектується двома лампами. Тобто необхідно використовувати 2 світильники із 2 працюючими лампами в них.

Схема розташування світильників в операторській (приміщення на рисунку 6.1) зображена на рисунку 6.2.

Рисунок 6.2 – Схема розташування світильників в приміщенні

### 6.3 Захист від виробничого шуму й вібрацій

Джерелами вібрації на виробництві, що проектується, є наступне устаткування: електродвигуни, вентилятори. Джерелами шумів на виробництві є реактор, сепаратори, дільники.

Згідно [21] у виробничих приміщеннях прийнята норма рівня звуку становить 80 дБА. Згідно [22] допустимий рівень вібрації в приміщенні для 1-го ступеня шкідливості - до 3 дБ, для 2-ої ступені шкідливості - до 3,1 дБ, для 3-ї ступені шкідливості - більше 3,1 дБ. Дане виробництво належить до 2-го ступеня шкідливості по вібрації. Допустимі рівні звукового тиску у октавних смугах частот, еквівалентні рівні звуку на робочих місцях наведені у таблиці 6.4.

Для захисту від виробничого шуму на підприємстві передбачені звукоізоляційні пристрої: перегородки, екрани й об'ємні звукопоглиначі у вигляді перфорованих кубів і куль, підвішених над агрегатами, які спричиняють шум. Щоб знизити рівень вібрації під віброуюче устаткування встановлюють амортизатори, виготовлені зі сталевих пружин.

Таблиця 6.4 – Допустимі рівні вібрації на робочих місцях

В якості індивідуальних засобів захисту від шуму згідно з [23] передбачено м'які протишумові вкладки. Для захисту рук від дії вібрацій застосовують рукавиці з спеціальними віброзахисними вставками. Для захисту від вібрацій що передаються через ноги передбачено взуття товстою

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						48
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

резиноюю подошвою. Для вимірювання шуму та вібрації використовується вимірювач шуму та вібрації марки ВШВ-003.

#### 6.4 Електробезпека

Електричне устаткування на виробництві живиться від трифазної чотирьохпровідної електричної мережі змінного струму промислової частоти напругою 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю. Для змінного струму із частотою 50 Гц гранично припустимі значення напруги дотику й струму, що проходить через тіло людини, при аварійному режимі  $I_l = 6$  мА,  $U_{dot} = 36$  В; при нормальному режимі роботи електричного обладнання  $I_l = 0,3$  мА,  $U_{dot} = 2$  В.

Згідно з [24] порівнюють розрахункове значення із гранично допустимим значенням струму:

$$I_l = \frac{U_\phi \cdot 10^3}{R_l + R_o}, \text{ мА}, \quad (6.4)$$

де  $R_l = 2 \dots 4$  кОм, опір тіла людини;  $R_o = 4$  Ом, опір нейтралі заземлення;  $U_\phi = 220$  В, фазова напруга, В.

$$I_l = \frac{220 \cdot 10^3}{4000 + 4} = 0,05 \text{ А}$$

Напруга дотику розраховується за формулою:

$$U_d = I_l \cdot R_l \cdot 10^3 = 0,05 \cdot 4000 = 220 \text{ В.}$$

Таблиця 6.5 – Класифікація приміщень по ступеню небезпеки враження електричним струмом

Для забезпечення електробезпеки передбачені наступні технічні заходи й засоби: занулення, захисне відключення, мала напруга, ізоляція струмоведучих частин, електричний поділ мереж, знаки безпеки, огорожувальні пристрої, блокування, попереджувальна сигналізація, попереджувальні плакати. Також використовується подвійна ізоляція.

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						49
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

У виробничих приміщеннях передбачена періодична перевірка вибраних типів проводів, освітлювальної арматури, пускачів електродвигунів та іншого електроустаткування.

Для забезпечення індивідуального захисту використовують діелектричні рукавички, інструменти з ізолюючими рукоятками, покажчики напруги, діелектричні калоші, ізолюючі підставки, гумові килимки, тимчасові огороження, захисні окуляри. Для запобігання прямих ударів блискавки споруди захищені стрижневими блискавковідводами. Електричне обладнання закритого типу, яке встановлюють на заводі, має пило- та вологонепроникне виконання.

### **6.5 Пожежна безпека**

На виробництві, що проектується, можливими джерелами пожежі є перенавантаження електроустаткування, нагріті стінки обладнання, іскри електрообладнання та від тертя деталей машин, виникнення електричної дуги при обриві ланцюгів високої напруги, перегріву електроустаткування.

У додатку Д (таблиця Д.2) наведені показники пожежо- і вибухонебезпечності речовин і матеріалів і класифікація цеху за пожежо- і вибухонебезпечністю [25,26]. При проектуванні цеху передбачені запобіжні заходи: розділення споруди протипожежними перекриттями на відсіки, обладнання протипожежних перешкод у вигляді гребенів, козирків, бортиків, між будинками передбачені протипожежні розриви 10 м, протипожежний водопровід, пожежні крани, ємності з піском і пожежні щити, вогнегасники типу ВВ, ВХП; змонтована автоматична пожежна сигналізація, захист ізоляції від теплового, механічного впливу.

Для підігрівачів передбачено застосування запобіжних пристроїв (мембран, клапанів). Всі електроустановки оснащені плавкими запобіжниками від струмів короткого замикання.

Встановлюється охоронно-пожежна сигналізація автоматичного типу. Перед початком роботи трубопроводи будуть продуватись повітрям з перевіркою результатів продувки. Для захисту електроустаткування від

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						50
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

загоряння використовують регулярне технічне обслуговування, фарбування електроустаткування негорючими матеріалами.

## 6.6 Техніка безпека технологічного процесу отримання метанолу

Ця інструкція є обов'язковою для виконання всіма особами, які працюють з метиловим спиртом. Роботи з метиловим спиртом відносяться до робіт підвищеної небезпеки.

До виконання робіт з метиловим спиртом допускаються особи, які досягли 18 років; пройшли медичний огляд відповідно та не мають медичних протипоказань; пройшли навчання, інструктаж з питань охорони праці; при наявності розписки про небезпеку метанолу. Особи, які працюють з метиловим спиртом, зобов'язані вміти користуватися засобами колективного та індивідуального захисту. При роботі з метиловим спиртом можливе подразнення слизових оболонок очей та дихальних шляхів, головний біль, дзвін у вухах, неврити, розлади зору. Метанол може проникати крізь непошкоджену шкіру.

Смертельна доза метанолу при прийомі всередину рівна 30 г, але важке отруєння, що супроводжується сліпотю, може бути викликане 5-10 грамами. ГДК метанолу у повітрі робочої зони - 5 мг/м<sup>3</sup>.

Перед початком роботи необхідно:

- включити загальнообмінну припливно-витяжну вентиляцію. Перевірити наявність і справність засобів індивідуального та
- колективного захисту; справність технологічного обладнання. При виявленні несправностей обладнання та засобів колективного захисту сповістити керівника;
- транспортування метанолу повинно здійснюватись засобом, який виключає можливість попадання його у виробниче та навколишнє середовище. Метанол повинен зберігатись у спеціальній залізній тарі;

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						51
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		



- метанол необхідно зберігати у спеціальних приміщеннях з підлогами, що легко змиваються водою. Приміщення повинно бути обладнане вентиляцією;
- при розливі метанолу треба відразу ж засипати залито місце піском або тирсою, просочувальний метанолом пісок або тирсу усунути, а залиту ділянку промити водою;
- по закінченню робіт необхідно: прибрати робоче місце. Залишок метанолу (від добового запасу), що не повністю витратився під час роботи, повинен здаватись на склад.[27]

В даному розділі було розглянуто основні параметри виробничого середовища, що можуть призвести до виникнення аварійних або небезпечних ситуацій на підприємстві з виробництва метанолу.

Згідно з нормативною документацією [19] було визначено ступінь важкості робіт, що виконуються на цьому підприємстві, визначено санітарні норми параметрів мікроклімату та передбачені заходи для їх нормалізації, а саме: механізація і автоматизація тяжких і працемістких робіт; дистанційне управління процесами й апаратами; раціональне розміщення устаткування, агрегатів та інше.

Було визначено, які засоби індивідуального захисту повинні використовувати працівники підприємства з виробництва метанолу для захисту від негативного впливу хімічних речовин, що можуть бути присутніми в цеху (метанол, чадний газ), а саме протигази, захисні костюми, респіраторні маски. Було розраховано систему штучного освітлення за методом світлового потоку виробничого приміщення, де знаходяться автоматичні робочі місця операторів – технологів. Згідно з розрахунками в даному приміщенні, площа якого 15 м<sup>2</sup> необхідно розташувати два світильники, кожен з яких має дві лампи типу ЛБ-40. Було побудовано схему розташування світильників в приміщенні. Згідно з [24] було обрано гранично допустиме значення струму та порівняно його значення з розрахованим, розраховано напругу дотику, що

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						52
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

становить 220 В. Було запропоновано заходи, які необхідно передбачити для забезпечення електробезпеки на виробництві: занулення, захисне відключення, мала напруга, ізоляція струмоведучих частин, електричний поділ мереж, знаки безпеки та заходи для забезпечення індивідуального захисту працівників виробництва. В даному розділі наведено основні правила техніки безпеки на виробництві метанолу, показники пожежо- і вибухонебезпечності речовин та матеріалів та заходи для запобігання виникненню пожеж або вибухів у цеху. Всі наведені рекомендації необхідно взяти до уваги при проектуванню виробничого процесу з отриманням метанолу.

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		53

## ВИСНОВКИ

У дипломному проекті розглянуто процес отримання метанолу з синтез-газу.

Вирішено наступні задачі:

1. Проаналізовано технологічні особливості виробничого процесу синтезу метанолу.
2. Розраховано матеріальний баланс схеми процесу отримання метанолу.
3. Відповідно до технічного завдання розроблено обчислювальний модуль для перевірного розрахунку основних конструктивних параметрів реактора синтезу метанолу.
4. Розроблено схему автоматизації процесу отримання метанолу, підібрані необхідні технічні засоби автоматизації.
5. Виявлено та проаналізовано шкідливі та небезпечні виробничі фактори, визначено шляхи їх усунення.
6. Розраховано техніко – економічні показники виробничого процесу синтезу метанолу, за якими визначено, що дане виробництво є доцільним.

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						54
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		



- 11.Официальный сайт «НПП ЭЛЕМЕР» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.elemer.ru/>- Название с экрана.
- 12.Офіційний сайт «Спецавтоматика Україна»[Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ukrspecavtomat.com.ua/> - Назва з екрану.
- 13.Офіційний сайт ТОВ «ТК Енерго»[Електронний ресурс] – Режим доступу:<http://profmaster.com.ua/> - Назва з екрану.
- 14.Офіційний сайт ТОВ «Електротермометрія» [Електронний ресурс] – Режим доступу:<http://www.etm.lutsk.ukrpack.net/> - Назва з екрану.
- 15.Официальный сайт «Газоаналитика РФ» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://xn--80aaaalzjashuk1d.xn--p1ai>- Название с экрана.
- 16.Офіційний сайт ТОВ «ВО Укрспецкомплект» [Електронний ресурс] – Режим доступу:<http://ukrsk.com.ua/> - Назва з екрану.
- 17.Економіка підприємства: навч. посібник[Текст] / за заг. ред. В.Г. Герасимчука, А.Е. Розенплентера. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2003. – 264 с.
- 18.Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Текст]: ДСН 3.3.6.042-99 - № 42; [чинний від 01-12-1999] – Оф. видання Міністерства охорони здоров'я України.
- 19.Естественное и искусственное освещение [Текст]: НиП П-4-79 - М.: Стройиздат, 1980.-48 с.
- 20.Зеркалов Д.В. Охорона праці в галузі: Загальні вимоги. Навчальний посібник. [Текст] / Д.В. Зеркалов. – К.: «Основа». 2011. – 551 с.
- 21.Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку [Текст]: ДСН 3.3.6.037-99 - № 37; [чинний від 01-12-1999] – Оф. видання Міністерства охорони здоров'я України.
- 22.Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації [Текст]: ДСН 3.3.6.039.99 - № 39; [чинний від 01-12-1999] – Оф. видання Міністерства охорони здоров'я України.

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
						56
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

23. Средства и методы защиты от шума. Классификация. [Текст]: ГОСТ 12.1.029-80 - N 5237 утвержден и введен в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 31 октября 1980 г.
24. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. [Текст]: ГОСТ 12.1.038-92
25. Система стандартов безопасности труда. Противогазы промышленные фильтрующие. Технические условия. [Текст]: ГОСТ 12.4.121-83
26. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений. [Текст]: СНиП 2.01.02-85.
27. Определение категорий помещений по взрывной и пожарной опасности. [Текст]: ОНТП 24-86

					ХА 1114 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		57