

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра хімічної технології високомолекулярних сполук

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

На тему: Виробництво метанолу

Виконавець роботи

(підпис)

Юрченко Д.М.

(П.І.Б)

Завідувач кафедри

(підпис)

Середа В.І.

(П.І.Б)

Керівник роботи

(підпис)

Тимофіїв С.В.

(П.І.Б)

2023 р

		№	Обозначение	Наименование	Кол	Примеч.
				<i><u>Документація</u></i>		
<i>A</i>				<i>Завдання</i>		
<i>A</i>		<i>2</i>		<i>Реферат</i>		
<i>A</i>		<i>3</i>	<i>ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ</i>	<i>Пояснювальна записка</i>		
			<i>ХТм-21ш.161.25.МР.02.00.00.00.ТС</i>	<i>Технологічна схема</i>		
<i>A</i>			<i>ХТм-21ш.161.25.МР.02.01.00.00.3В</i>	<i>Креслення загального вигляду</i>		
			<i>ХТм-21ш.161.25.МР.04.00.00.00.КР</i>	<i>Будівельно-компонувальне рішення</i>		
			<i>ХТм-21ш.161.25.МР.05.00.00.00.Д</i>	<i>Техніко-економічні показники</i>		

				<i>ХТм-21ш.161.25.МР.00.00.00.00.ВД</i>			
		<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Юрченко</i>			<i>Тема–виробництво метанолу Відомість проекту</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>	<i>Тимофійв</i>					<i>2</i>	
<i>Н.конт</i>					<i>ШСумДУ</i>		
<i>Затв.</i>							

РЕФЕРАТ

Магістерська робота містить: 73 сторінок пояснювальної записки, 25 рисунків, 6 таблиць, літературних джерела, креслень – 4 аркуші А1

Тема роботи: виробництво метанолу

В літературному огляді представлено опис дослідження по виробництву метанолу.

В технологічній частині дана характеристика схеми виробництва метанолу при тиску 5 МПа; опис технологічного процесу з прив'язкою до розробленої технологічної схеми. Дана характеристика основного обладнання, описаний контроль технологічного процесу. Розглянуті питання техніки безпеки, охорони праці та навколишнього середовища. Виконано розрахунок матеріального балансу виробництва, основного апарату.

У будівельно-компонувальній частині приведена характеристика виробничої будівлі, розміщення технологічного обладнання.

В організаційно-економічна частині проведені економічні розрахунки, в ході яких розраховані витрати, чисельність робітників, фонд оплати праці, собівартість продукції та визначено техніко-економічні показники виробництва.

Ключові слова: метанол, синтез, газ, каталізатор, реактор, тиск 5 МПа.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра хімічної технології високомолекулярних сполук

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до магістерської роботи

На тему: виробництво метанолу

Виконавець роботи

(підпис)

Юрченко Д.М.

(П.І.Б)

Завідувач кафедри

(підпис)

Середа В.І.

(П.І.Б)

Керівник роботи

(підпис)

Тимофіїв С.В.

(П.І.Б)

2023 р

Зміст

1	Вступ.....	4
2	Літературний огляд	5
3	Розділ 1 Опис характеристик готового продукту та використаної сировини	10
4	1.1. Використання каталізаторів при синтезі метанолу	21
5	1.2. Опис технологічного процесу	22
6	Розділ 2. Питання механізації і автоматизації технологічного процесу	25
7	2.1 Вибір каналів контролю та управління	25
8	2.2. Вибір засобів автоматизації.....	30
9	2.3. Відомості про методи випробування та контролю якості	47
10	готової продукції,переробка відходів.....	47
11	2.4. Розрахунок потреби електроенергії.....	50
12	Розділ 3 Охорона праці	51
13	3.1. Вентиляція та освітлення виробничих приміщень.....	51
14	3.2.Виробнича безпека, охорона праці в майстерні та протипожежні заходи	52
15	3.3.Допуск до роботи.....	54
16	Розділ 4 Будівельно-компанувальні рішення	55
17	4.1.Характеристика виробничої будівлі. Компонування обладнання	55
18	Розділ 5.Економічна частина.....	57
19	5.1. Характеристика організації виробництва і праці	57
20	5.2. Розрахунок вартості сировини,	58
21	транспортно-заготівельних витрат	58
22	5.3. Розрахунок чисельності персоналу і річного фонду оплати праці.....	59
23	5.4. Розрахунок непрямих витрат та матеріального балансу	67
24	5.5. Калькуляція собівартості	69
25	5.6. Техніко-економічні показники виробництва, що проектується	71
26	Висновок.....	72
27	Література.....	73

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взам. Інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

<i>ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ</i>				
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Юрченко Д.М.</i>		
<i>Пров.</i>		<i>Тимофійв С.В.</i>		
<i>Н. контр.</i>				
<i>Утв.</i>				
Тема-Виробництво метанолу			<i>Лит.</i>	<i>Листов</i>
				<i>1</i>
				<i>3</i>
ШСумДУ				

Вступ

Актуальність теми. Метанол є важливою хімічною сировиною та альтернативним джерелом рідкого палива з широким спектром промислового застосування. Зі зростанням світового попиту на метанол, розробка ефективних і високопродуктивних методів виробництва є важливим напрямком досліджень в галузі хімічної інженерії. У цій роботі досліджується оптимізований синтез метанолу за підвищеного тиску 5 МПа як один з можливих підходів до підвищення ефективності.

Порівняно зі звичайним виробництвом метанолу при нижчих тисках, ближчих до 5-10 бар, робота при 5 МПа може призвести до значного збільшення швидкості однопрохідної конверсії. Однак, посудини під тиском і трубопроводи для роботи за таких високих тисків, а також рециркуляція непрореагованого синтез-газу вимагають значних капітальних витрат. Баланс між збільшенням конверсії та вартістю обладнання високого тиску є критично важливим для оцінки комерційної життєздатності. Але за умови проведення додаткових досліджень з удосконалення каталізаторів та покращення процесу, синтез метанолу під тиском 5 МПа є перспективним.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата					Лист
									4
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ				

Літературний огляд

Отримання метилового спирту є актуальним завданням хімічної промисловості. Для синтезу даної речовини придатний практично будь-який газ, що містить водень та оксид вуглецю. Перші виробництва були створені у 1930-ті роки на основі твердого палива. Згодом, у результаті розвитку нафтохімії, почали використовувати процеси крекінгу та конверсії вуглеводневої сировини.

Зараз у промисловості застосовується широкий спектр речовин - газоподібні та рідкі вуглеводні, тверде паливо, побутові відходи. Найбільш поширеним є використання природного газу та продуктів нафтопереробки. Встановлено, що оптимальне співвідношення компонентів у вихідному газі має бути близьким до стехіометричного.

Таким чином, технологія отримання метанолу пройшла шлях від твердого палива до рідких та газоподібних вуглеводнів. Ключову роль відіграє оптимізація складу вихідної газової суміші. Подальший розвиток галузі пов'язаний із вдосконаленням процесів конверсії та підбором ефективних каталізаторів. На практиці встановлено, що газ для синтезу має містити компоненти у відношенні, яке близьке до стехіометричного, тобто: $(H_2 - CO_2) : (CO + CO_2) = 2,01 \div 2,15$. [6]

Для отримання газу та його підготовки для синтезу метанолу використовується: пароповітряна, парова, парова з дозуванням двоокису вуглецю, високотемпературна та інші види конверсії (процес переробки газів з метою зміни складу початкової газової суміші).

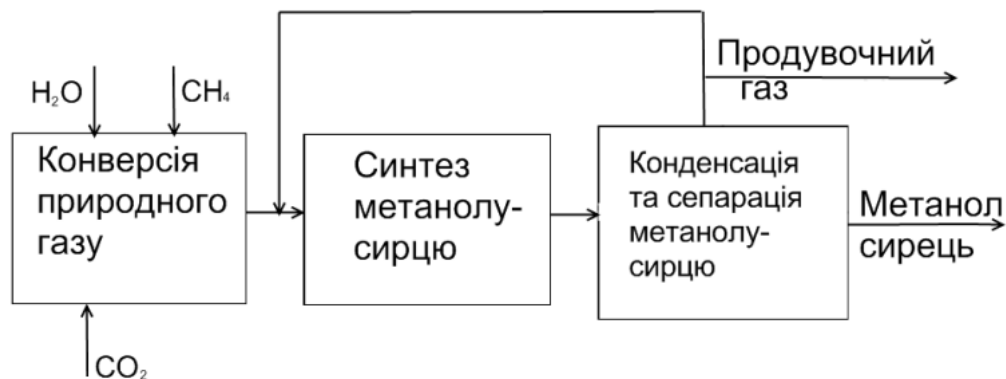


Рис. 1.1. Функціональна схема синтезу метанолу

Попл. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. Инв. №	
Попл. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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 рис. 1.1. приведена функціональна схема виробництва метанолу.[6]

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

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;

3. з радіальним ходом газу;

4. з псевдозрідженим шаром каталізатора.

Існує декілька методів отримання метанолу в промисловості:

1. Одним з методів промислового виробництва метанолу є трифазний синтез. Він полягає у взаємодії оксидів вуглецю та водню в реакторі у присутності подрібненого каталізатора, який псевдозріджують у циркулюючому потоці інертного рідкого вуглеводню. Отже, синтез відбувається у трифазній системі "газ-каталізатор-інертний розчин". Цей метод розроблений в основному для виробництва метанолу з синтез-газу, отриманого шляхом газифікації вугілля. Як інертну рідку фазу використовують парафіни, циклопарафіни, ароматичні або мінеральні оливи.

Трифазний синтез має ряд переваг: проста конструкція реактора, рівномірний розподіл фаз, можливість безперервної заміни каталізатора, низька дифузійна

Попл. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. Инв. №	
Попл. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	Лист
						6

лімітація та ефективне використання тепла реакції для генерації пари.

2. Іншим підходом до виробництва метанолу є його отримання шляхом неповного окиснення природного газу безпосередньо на газових родовищах. Така технологія, крім техніко-економічних переваг, дозволяє вирішити екологічне питання - уникнути транспортування токсичного та вибухонебезпечного метанолу на великі відстані. Це більш безпечний та екологічний підхід до отримання цільового продукту.

3. Ще одним підходом є синтез метанолу з природного газу при пониженому тиску близько 5 МПа. Завдяки зниженню температури реакції за таких умов процес наближається до стану рівноваги, що позитивно позначається на продуктивності установки. Тобто, низькотисковий синтез дозволяє підвищити вихід цільового продукту завдяки оптимізації параметрів процесу. Такий режим роботи є економічно вигіднішим з огляду на більш високу конверсію вихідної сировини.[6]

Метанол використовують в газовій промисловості для боротьби з утворенням гідратів. Також метанол застосовується у органічному синтезі для випуску формальдегіду, формаліну, оцтової кислоти, ряду ефірів, ізопрену.

Основна частина виробленого метанолу витрачається на виробництво формальдегіду, котрий потім застосовують для синтезу фенол-формальдегідних смол. Значні обсяги метанолу також споживає лакофарбова галузь для виготовлення розчинників, що використовуються у виробництві лаків. Ще одним напрямком застосування є використання метанолу як компонента палива для двигунів внутрішнього згорання, проте його частка обмежена через гігроскопічність цієї речовини. Крім згаданих, метанол знаходить застосування у паливних елементах.

Через велику швидкість поширення полум'я повітряної суміші та високу теплоту випару метил використовується для заправки гоночних мотоциклів і автомобілів. Метанол горить в повітряному середовищі, а при його окисленні утворюється CO_2 та вода. Для того, щоб отримати біодизель, рослинна олія переетифікується (хімічна реакція складного ефіру зі спиртом, кислотою або

Попл. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. Инв. №	
Попл. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	Лист
						7

іншим складним ефіром, яка приводить до утворення складного ефіру, що відрізняється за складом від початкового) метанолом за температури 60°C та нормальному тиску наступним чином: 1 тонна олії, 200 кг метанолу, гідроксид калію або натрію.[6]

Під час видобутку газу, гідрати можуть утворюватися в стволах свердловин, промислових комунікаціях та магістральних газопроводах. Через відкладання на стінках труб гідратів, різко зменшується їх пропускна спроможність. Для боротьби з утворенням гідратів на газових промислах вводять в свердловини та трубопроводи різноманітні інгібітори (метиловий спирт, гліколі).

Використовуючи метанол як паливо, слід враховувати, що його об'ємна та масова теплота згоряння на 40-50% поступається аналогічним показникам бензину. Втім, при згорянні в двигуні суміші метанолу з повітрям і бензину з повітрям спостерігаються відмінності в теплопродуктивності. Завдяки високій теплоті випаровування метанолу покращується наповнення циліндрів двигуна та зменшується його теплонавантаження. Це веде до більш повного згоряння паливно-повітряної суміші, що частково компенсує меншу теплотворну здатність даного виду палива.

В результаті відбувається зростання потужності двигуна на 10-15%. Двигуни гоночних автомобілів, які працюють на метанолі з вищим октановим числом, аніж бензин, мають ступінь стискування, що перевищує 15:1. При цьому, у звичайного карбюраторного ДВЗ ступінь стискування неетильованого бензину у більшості випадків не перевищує 10,1:1. Метанол можуть використовувати як у класичних двигунах внутрішнього згорання, так і в спеціальних паливних елементах для здобуття електрики.

Найбільше метанолу споживає азіатський регіон, на який припадає близько 42,3% від загальносвітового вжитку. При цьому, 21,4% з них споживається Китаєм. Далі йдуть країни Північної Америки — 25,1% та Європа — 20,5%. На долю Близького Сходу припадає 6,1%, а країни СНД споживають 5,4% від вироблюваного у світі метанолу. Провідними виробниками є США (31,8%),

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	Лист
											8

Близький Схід (21,9%) та Азія (24,5%). Країни-члени СНД виробляють близько 9,4%. [5]

Дослідженням процесу одержання метанолу займалася велика кількість науковців, зокрема такі вчені як Андерсон, Вільсон та Мюллер у своїй фундаментальній роботі по кінетиці низькотемпературного синтезу, Чен і Ватанабе при вивченні впливу тиску на активність каталізаторів, а також Юнг та його колеги у дослідженнях адіабатичних процесів синтезу. Оптимізація умов одержання метанолу продовжує залишатися актуальною задачею.

Традиційно метанол виробляється шляхом каталітичного синтезу з синтез-газу (суміші CO та H₂) при тиску 3-10 МПа та температурі 200-300°C з використанням мідних каталізаторів. Реакція синтезу є екзотермічною та потребує відведення тепла. Конверсія досягає 5-15% за один прохід.

В дослідженні Wang et al. показана можливість використання нового класу стабілізованих цеолітів в якості високоефективних каталізаторів синтезу метанолу з CO₂/H₂. При 300°C і 5 МПа конверсія досягала 96%, що значно вище традиційних каталізаторів. [10]

Peng et al. досліджували вплив робочого тиску на вихід метанолу при синтезі з CO₂. Оптимальним було обрано тиск 5 МПа, при якому селективність до метанолу сягала 93% при 240°C. [9]

Отже, новітні дослідження показують потенціал використання нових типів каталізаторів та сировини для підвищення ефективності синтезу метанолу. Робочий тиск у 5 МПа є оптимальним з точки зору виходу цільового продукту.

Инв. № подл.	Подп. и дата					
	Инв. № дубл.					
	Взам. Инв. №					
	Подп. и дата					
	Инв. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	Лист
						9

Розділ 1 Опис характеристик готового продукту та використаної сировини

Метиловий спирт (метанол, CH_3OH) —представник одноатомних насичених спиртів. У вільному вигляді зустрічається в природі дуже рідко та в невеликих кількостях (наприклад, в ефірних оліях). Проте похідні метанолу присутні в багатьох рослинних оліях, барвниках, алкалоїдах тощо. За нормальних умов це безбарвна летюча рідина, що легко займається, іноді зі слабким запахом етанолу. При вживанні всередину може викликати сп'яніння. Втім, метанол є сильною отрутою, здатною спричинити втрату зору або навіть смерть, залежно від дози.

За стандартних умов метанол має незначний тиск насиченої пари, але при підвищенні температури тиск пари значно збільшується. При збільшенні температури з $10^{\circ}C$ до $60^{\circ}C$ тиск насиченої пари змінюється з 54.1 до 629.8 мм рт. ст., а при $100^{\circ}C$ він досягає позначки 2640 мм рт. ст. Він добре поглинає пари води, двоокис вуглецю та деякі інші речовини.

Варто відзначити, що метанол добре розчиняє більшість відомих газів та парів за стандартних умов. Зокрема, він краще розчиняє гелій, неон, аргон та кисень порівняно з такими речовинами як ацетон, бензол, етанол, циклогексан тощо. Проте при розведенні метанолу водою розчинність згаданих газів знижується. Здатність метилового спирту розчиняти гази широко застосовують у промисловості, використовуючи його та його розчини як поглиначі для вилучення домішок з технологічних газів.

У промисловому масштабі синтез метанолу зазвичай відбувається за присутності інертних газів, таких як метан чи азот. Вони безпосередньо не беруть участі в реакції та не впливають на рівновагу утворення метилового спирту. Проте наявність інертних компонентів знижує парціальний тиск реагентів, що призводить до зменшення рівноважного виходу цільового продукту. Отже, їх концентрація має підтримуватися на мінімально можливому рівні.

Для каталізаторів на основі цинку і хрому, які працюють за $360-380^{\circ}C$, доцільно вести синтез при тиску не нижче 20 атм. А для низькотемпературних каталізаторів

Попл. и дата	
Инв. № дудл.	
Взам. Инв. №	
Попл. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	Лист
						10

(220-280°C) можлива робота при тиску менше 10 атм - чим нижча температура, тим нижчий оптимальний тиск.

Термодинамічні розрахунки показують, що за атмосферним тиском вихід метанолу складає лише 2%. При цьому, це значення помітно зростає з підвищенням тиску (наприклад, при 6,8 МПа й температурі 300°C вихід досягає 100%). Вихід на практиці суттєво відрізняється від розрахункових даних. На рис. 1.1. показана залежність рівноважного ступеня перетворення CO від тиску при синтезі метанолу на типових цинк-хромових каталізаторах. Варто зазначити, що утворення метанолу з синтез-газу є надзвичайно екзотермічною реакцією (110,8 кДж/моль), тому константа рівноваги падає з підвищенням температури.

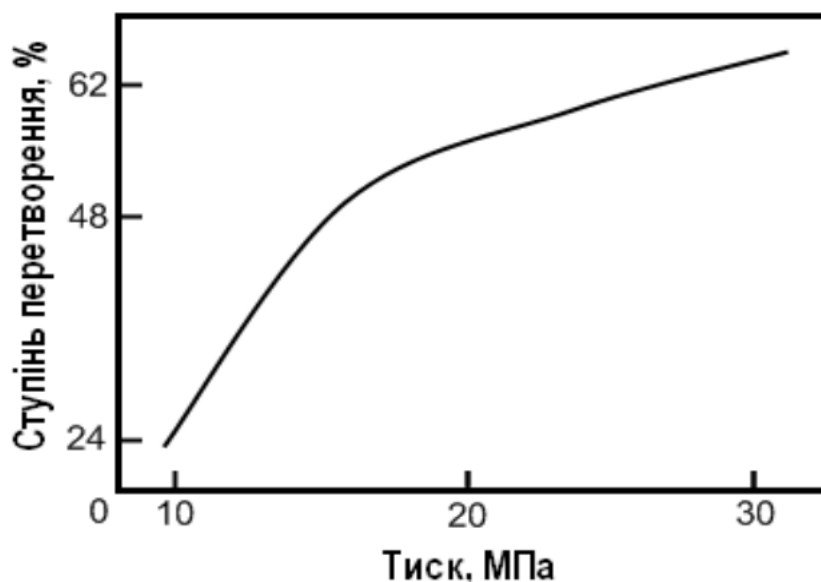


Рис. 1.2. Залежність рівноважного ступеня перетворення CO від тиску

При зміні температури синтезу від 180°C до 300°C за тиску 4,9 МПа рівноважна концентрація метанолу знижується майже в 7 разів, причому найрізкіше падіння спостерігається вище 240°C. Через ендотермічний ефект відновлення CO₂ та екзотермічний ефект реакції утворення метанолу рівноважний вихід H₂O проходить через мінімум, а CO₂ - через максимум.

За температури від 180 до 340°C та тиску 29,4 МПа концентрація метанолу також знижується, особливо різко вище 340°C. Відповідно зменшується ступінь перетворення оксидів Карбону на цільовий продукт та воду.

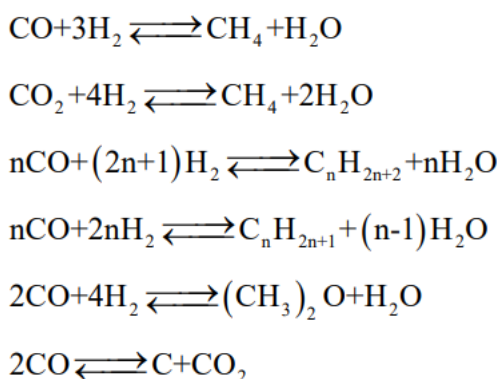
Попл. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. Инв. №	
Попл. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

При збільшенні тиску від 4,9 МПа до 49 МПа в інтервалі температур 200-400°C рівноважний метанол збільшується. Для низькотемпературного синтезу (200-260°C) найефективнішим є діапазон тисків 4,9-19,6 МПа, а для високотемпературного синтезу (300-400°C) найкращий рівноважний вихід метанолу досягається при тиску в діапазоні 20-40 МПа.

При синтезі метанолу поруч з основною реакцією протікають також і побічні (1.1.):

(1-1)



Зменшити утворення побічних продуктів можна шляхом підбору високоселективних каталізаторів, проте повністю уникнути їх неможливо. Згідно досліджень, мінімізувати утворення метану та вищих вуглеводнів можна за відсутності в каталізаторі Fe, Co, Ni. Також проведення синтезу за низьких температур пригнічує побічні реакції. Наявність Al₂O₃ сприяє утворенню метилового етеру, а лужних та лужноземельних металів - вищих спиртів. За низькотемпературного синтезу утворення диметилового етеру практично не відбувається.

Природний газ - Природний газ є одним з найважливіших енергоносіїв у сучасному світі. Він утворюється природним шляхом у надрах Землі в результаті анаеробного розкладання органічних речовин. За хімічним складом це в основному суміш вуглеводневих газів, передусім метану(98%). Важкі вуглеводні:

- етан (C₂H₆),
- пропан (C₃H₈),

Попл. и дата	
Инв. № дудл.	
Взам. Инв. №	
Попл. и дата	
Инв. № подл.	

- бутан (C₄H₁₀) — гомологи метану, а також інші не вуглеводні речовини:
- водень (H₂),
- сірководень (H₂S),
- діоксид вуглецю (CO₂),
- азот (N₂),
- гелій (He).

Приклад компонентного складу природного газу, що відпускається населенню, може бути таким: метан (96–97,6 %), етан (1,24–1,88 %), пропан (0,30–0,57 %), ізобутан (0,04–0,083 %), н-бутан (0,04–0,09 %), пентани (0,018–0,032 %), гексани та вищі (0,001–0,004 %), азот (0,7–0,82 %), діоксид вуглецю (0,05–0,021 %), кисень (0,007–0,008 %).[11]

Фізичні та хімічні властивості природного газу зумовлюють його широке застосування. Він є екологічно чистим джерелом енергії, використовується для опалення, виробництва електроенергії, як моторне паливо, а також як вихідна сировина у хімічній промисловості. Фізико-хімічні властивості, параметри, які характеризують газ (газоконденсат) за умов пластових тисків і температури:

- густина,
- в'язкість,
- вологовміст,
- розчинність,
- зворотна конденсація,
- критична температура і тиск,
- об'ємний коефіцієнт,
- коефіцієнт стисливості.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. Инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ

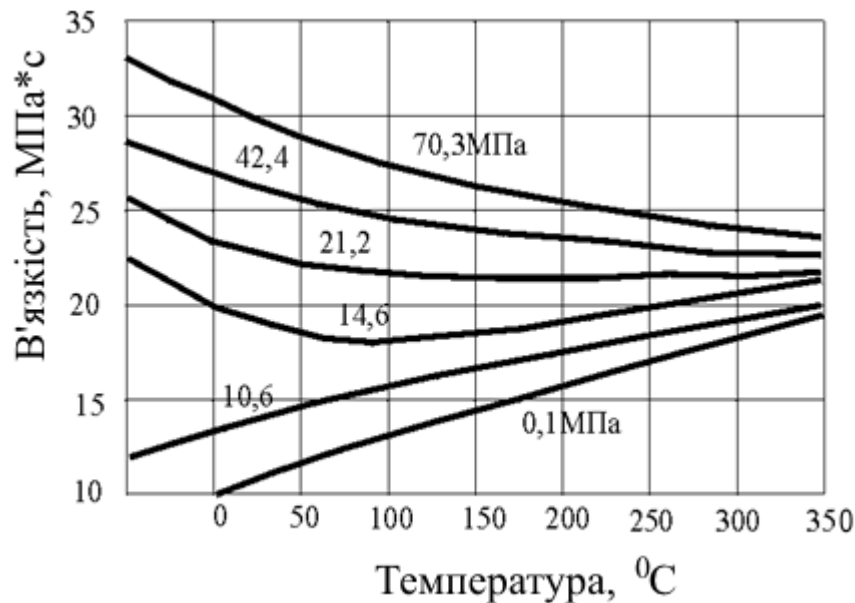


Рис. 1.3. В'язкість природного газу при різних значеннях тиску і температури

Проте природний газ має й небезпечні властивості. Зокрема, він може утворювати вибухонебезпечні суміші з повітрям, а деякі його компоненти, як-от сірководень, є вкрай токсичними. Тому правила безпечного видобутку, транспортування і використання газу мають життєво важливе значення.

Україна є одним зі світових лідерів зі споживання природного газу в розрахунку на душу населення. Водночас власний видобуток покриває лише частину потреб, тож значні обсяги газу імпортуються. Зважаючи на масштабне використання цього палива в економіці та побуті, питання газової безпеки набувають першочергової ваги.[11]

Охолоджувальна вода використовується в промисловості та енергетиці для відведення надлишкової теплоти від технологічного обладнання та агрегатів. Її основне призначення - підтримання оптимального температурного режиму процесів і роботи устаткування.

За хімічним складом охолоджувальна вода являє собою звичайну воду, описувану молекулярною формулою H_2O . Це означає, що вона складається з молекул, що містять два атоми Гідрогену та один атом Оксигену.

Попл. і дата	
Инв. № дубл.	
Взам. Инв. №	
Попл. і дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Однак на відміну від звичайної питної води, до охолоджувальної води висуваються підвищені вимоги з точки зору чистоти і якості. Вона повинна мати низьку жорсткість, знижений вміст солей, заліза, міді та інших домішок, які можуть викликати корозію, накип або біологічне обростання трубопроводів і теплообмінників.

Основні властивості охолоджувальної води:

- Густина при 20°C - 998-1000 кг/м³
- Теплоємність - 4,187 кДж/(кг·°C)
- Теплопровідність - 0,598 Вт/(м·К)
- В'язкість - 0,001 Па·с
- Робочий температурний діапазон - 5-90°C
- Тиск в системі охолодження - до 1,6 МПа

Завдяки високій теплоємності та теплопровідності, вода є одним з найефективніших і доступних охолоджувальних агентів, що зумовлює її широке застосування у промислових системах охолодження.

Газоподібний азот - проста речовина, яка за нормальних умов існує у вигляді двоатомного газу. За хімічною будовою являє собою молекули, що складаються з двох атомів азоту, хімічна формула N₂.

За звичайних температури і тиску азот - безбарвний газ без запаху і смаку. Він хімічно мало активний, інертний. Азот складає близько 78% повітря за об'ємом.

Основні фізичні властивості газоподібного азоту:

- Температура кипіння за нормального тиску - 195,8°C
- Температура плавлення - 210°C
- Щільність газу за н.у. - 1,25 кг/м³
- Розчинність азоту у воді - 23 мл газу на 1 л води

Газоподібний азот хімічно інертний, не горить і не підтримує горіння. За певних умов вступає в хімічні реакції, наприклад, при високому тиску і температурі реагує з Гідрогеном, утворюючи аміак.

Попл. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. Инв. №	
Попл. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	Лист
						15

Азот широко застосовується як у хімічній промисловості, так і в харчовій і машинобудівній галузях. Зокрема, використовується для створення інертної атмосфери, охолодження, заморожування, пневмотранспорту.

Стиснене повітря - це повітря, стиснуте до тиску вище атмосферного (1,01 бар) за допомогою компресора. За нормальних умов повітря складається з азоту (~78% за об'ємом), кисню (~21%), а також аргону, вуглекислого газу, водяної пари в незначних кількостях.

Отже, хімічний склад стисненого повітря такий:

- Азот N₂ - 78,09%
- Кисень O₂ - 20,95%
- Аргон Ar - 0,93%
- Вуглекислий газ CO₂ - 0,03%

Основні властивості стисненого повітря:

- Безбарвний, прозорий газ без запаху
- Щільність за умов 1 атм, 20°C - 1,2 кг/м³
- В'язкість - 0,018 сП
- Теплопровідність - 0,024 Вт/(м·К)
- Температура точки роси +3...+10° С

Порівняно зі звичайним повітрям, стиснене має підвищену густину і температуру. Його об'єм значно менший при тому самому масовому вмісті кисню. Це дозволяє ефективніше зберігати і транспортувати стиснене повітря.

Стиснене повітря широко застосовується в промисловості, будівництві, на транспорті. Використовується для пневматичних інструментів, фарбувальних пістолетів, насосів, продувки систем, очищення деталей та інших технологічних процесів.

Інгібітори корозії – це речовини, що уповільнюють або запобігають руйнуванню металів внаслідок електрохімічної корозії. Вони адсорбуються на поверхні металу, утворюючи захисну плівку, яка ізолює його від корозійного середовища.

Попл. и дата	
Инв. № дудл.	
Взам. Инв. №	
Попл. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	Лист
						16

До інгібіторів корозії відносяться органічні сполуки, такі як аміни (RNH₂), амідни (RCONH₂), нітрили (RCN), імідазоліни. Найчастіше це гетероциклічні або ароматичні сполуки з атомами Нітрогену, Оксигену та Сульфуру в молекулах.[12]

Приклади хімічних формул інгібіторів:

- Гексаметилендіамін (C₆H₁₆N₂)
- Бензотріазол (C₆H₅N₃)
- 2-Меркаптобензimidазол (C₇H₆N₂S)

Основні властивості ефективних інгібіторів:

- Гарна розчинність у воді та органічних розчинах
- Здатність адсорбуватися на поверхні металів
- Висока термічна та хімічна стабільність
- Доступність і нетоксичність

Застосовують інгібітори в невеликих концентраціях (соті частки процентів) як добавки в рідини (теплоносії, мастила, пальне, тощо), що контактують з деталями обладнання, для захисту їх від корозійного впливу середовища.[12]

Компресорні мастила призначені для змащування рухомих частин та охолодження повітряних і газових компресорів. Вони забезпечують зниження тертя між деталями компресора, відводять тепло від сильно нагрітих поверхонь, захищають від корозії та зносу.

За хімічним складом компресорні оливи являють собою складні суміші високоочищених нафтових фракцій та присадок. Основу становлять мінеральні масла, до складу входять протизносні, антиокиснювальні, антикорозійні та інші присадки.

Властивості якісних компресорних олив:

- В'язкість: ISO VG 32-150
- Температура спалаху > 220°C
- Температура застигання < -15°C
- Високі миючо-диспергуючі характеристики
- Антикорозійні, антипінні та протизносні властивості

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

- Термічна та окислювальна стабільність

Компресорні оливи застосовуються для змащування поршневих, ротаційних вінтових та центробіжних компресорів, що стискають повітря, кисень, азот, природний газ.

Кислототривка футеровка призначена для захисту внутрішніх поверхонь ємностей, трубопроводів, апаратів та іншого обладнання від впливу агресивних кислот при високих температурах. Виготовляється з кислотостійких матеріалів.

За хімічним складом являє собою композиційний матеріал, до складу якого входять:

- Кислототривка кераміка (карбід кремнію SiC)
- Кислототривкі полімери (фторопласти)
- Кварцовий пісок SiO₂
- Сполучні речовини та армуючі наповнювачі

Основні властивості:

- Стійкість до дії сильних мінеральних (сірчаної, соляної) та органічних кислот
- Температура експлуатації до 200°C (короткочасно до 600°C)
- Мала теплопровідність (ефективний теплоізолятор)
- Термічна та механічна міцність і зносостійкість
- Інертність по відношенню до більшості агресивних речовин

Застосовується в хімічній, нафтохімічній, целюлозно-паперовій, харчовій та інших галузях промисловості для захисту устаткування від корозії.

Сульфатна кислота (сірчана кислота) – це сильна неорганічна кислота з хімічною формулою H₂SO₄. Являє собою в'язку олійну рідину без кольору і запаху у чистому вигляді.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	Лист
						18

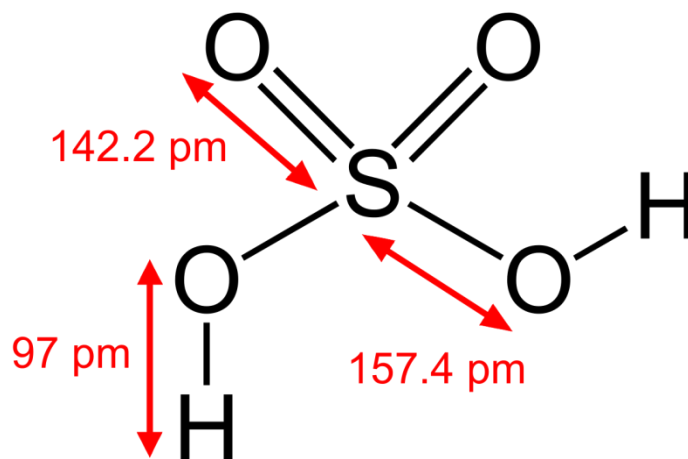


Рис.1.4. – Сульфат кислота хім. форм.

Сульфатна кислота отримується шляхом окиснення сірки або колчедани (FeS_2) до SO_2 з подальшим окисненням до SO_3 і розчиненням у воді. У промисловості має концентрацію 92-98%. [13]

Хімічні та фізичні властивості H_2SO_4 :

- Щільність 1,83-1,84 г/см³
- Температура кипіння 332°C (90%);
- Температура плавлення 10,4°C (98%)
- Сильні кислотні властивості в водних розчинах
- Гігроскопічна, сприяє обвуглюванню органіки
- Корозійна дія на метали та деревину

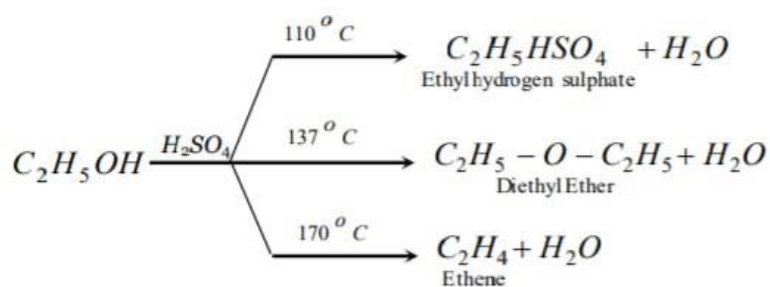


Рис.1.5. - Взаємодія етанолу і сульфатної кислоти залежить від багатьох факторів. Зокрема від температури

Сульфатна кислота широко застосовується в хімічній промисловості. Є сировиною для виробництва нафтопродуктів, мінеральних добрив, пігментів, вибухових речовин, полімерів та іншої продукції. [13]

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. Инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Технічний метанол – це безбарвна летюча рідина з характерним слабким спиртовим запахом. Його хімічна формула СН₃ОН.

За звичайних умов метанол являє собою полярний гігроскопічний розчинник, сумісний з водою в будь-яких співвідношеннях. Виробляється переважно з природного газу або вугілля шляхом каталітичного синтезу.

Основні фізико-хімічні властивості технічного метанолу:

- Густина 0,79 г/см³
- Температура кипіння 64,7°C
- Температура плавлення -97,8°C
- Легкозаймиста речовина (температура спалаху 11°C)
- Висока токсичність при вдиханні, ковтанні та контакті зі шкірою

Застосовується як розчинник для хімічних реакцій, виробництва барвників, пластмас, паливних елементів.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Подп. и дата					Лист	
												20	
								ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ					
								Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

1.1. Використання каталізаторів при синтезі метанолу

На даний момент більшість заводів отримують метанол на оксидних цинк-хромових та цинк-мідних каталізаторах, що дозволяють проводити процес за більш м'яких умов.

Цинк-хромові каталізатори застосовують за температури 360-380°C, тиску 25-32 МПа та об'ємної швидкості газу 10000-60000 год⁻¹ при мольному співвідношенні CO:H₂ = 1:5-1:10. Часто синтез метанолу поєднують з процесами деструктивної гідрогенізації та виробництва аміаку, що покращує техніко-економічні показники. Активність цинк-хромових каталізаторів залежить від методу приготування, співвідношення металів та способу обробки, яка формує активну структуру.

Оптимальний вміст оксиду хрому в цинк-хромових каталізаторах становить 20-30%. Наявність важковідновлюваного Cr₂O₃ перешкоджає спіканню ZnO та утворенню неактивної шпінелі. Завдяки цьому активність і селективність каталізаторів тривалий час залишається високою.

За співвідношення H₂:CO у циркулюючому газі більше 6 та об'ємної швидкості близько 25000 год⁻¹ активність цинк-хромових каталізаторів протягом року суттєво не змінюється. Вплив температури на тепловий ефект реакції синтезу метанолу найбільш помітний в інтервалі тисків 10-30 МПа. В промисловості синтез відбувається з інертними домішками, що знижують ефективний тиск реагентів, але не впливають на рівновагу реакції.

В останні роки набули поширення мідно-цинково-хромові каталізатори, нанесені на оксид алюмінію та відновлені за 140-180°C. Такі каталізатори виявляють високу активність за порівняно низьких параметрів - температури 260-280°C та тиску 4-5 МПа. Їх перевагами є можливість проведення процесу в м'якіших умовах порівняно із традиційними цинк-хромовими каталізаторами.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. Инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ

Лист

21

1.2. Опис технологічного процесу

Внаслідок зниження температури синтезу при низькому тиску процес здійснюється в умовах, близьких до рівноваги, що дозволяє збільшити продуктивність агрегату.

“Конструкція та виготовлення реакторів для проведення процесу за низького тиску простіше завдяки більш м'яким умовам синтезу. Застосовують реактори як шахтні, і трубчасті. У реакторах для синтезу при низькому тиску особливу увагу приділяють теплозніманню, так як каталізатори, що містять мідь, порівняно з цинк-хромовими значно більш чутливі до коливань температури. У шахтних реакторах температурний режим регулюють байпасами, холодний газ вводять через розподільні пристрої. У трубчастих каталізатор знаходиться в трубках, що охолоджуються киплячою водою. Температуру каталізатора підтримують постійною по всій довжині реактора регуляторами тиску, причому перегріву каталізатора виключені. Вивантаження відпрацьованого каталізатора протікає теж досить просто – зняттям колосникових ґрат. Діаметр реакторів досягає 6 м за довжини 8-16 м.”[3]

Процес виробництва метанолу при низькому тиску включає ті самі стадії, але має деякі особливості(рис.1.3.). Схема агрегату синтезу метанолу при 5 МПа із газу потужністю 300 тис. т/год.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ

Лист

22

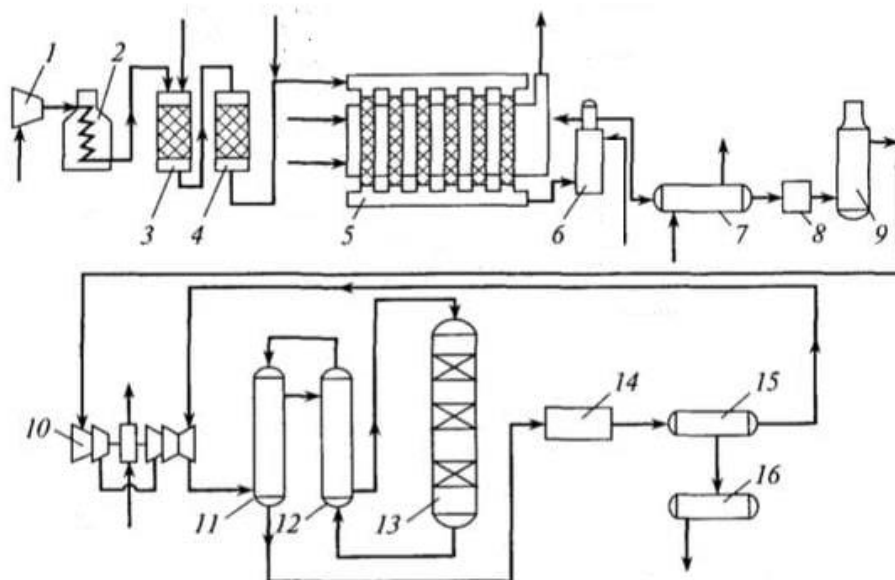


Рис. 1.6. Схема виробництва метанолу при тиску 5 МПа:

1,10 – турбокомпресори; 2 – підігрівач природного газу; 3 – реактор гідрування сірчистих сполук; 4 – адсорбер; 5 – трубчатий конвертор; 6 – котел-утилізатор; 7,11,12 – теплообмінники; 8, 14 – холодильники-конденсатори; 9,15 – сепаратори; 13 – колона синтезу; 16 – збірник

“Природний газ стискається турбокомпресором 1 до тиску 3 МПа, підігрівається в підігрівачі 2 спалюваним в міжтрубному просторі природним газом і направляється на сіркоочищення в реактор гідрування сірчистих сполук 3 і 4 в адсорбер, де послідовно здійснюється каталітичне гідрування органічних сполук оксиду цинку. Після цього газ змішується з водяною парою та діоксидом вуглецю у співвідношенні $CH_4 : H_2O : CO_2 = 1 : 3,3 : 0,24$. Суміш направляють трубчатий конвертор 5, де на нікелевому каталізаторі відбувається пароуглекислотная конверсія при 850-870°C. Теплоту, необхідну для конверсії, отримують при спалюванні природного газу спеціальних пальників. Конвертований газ надходить у котел-утилізатор 6, де охолоджується до 280-290°C. Потім теплоту газу використовують у теплообміннику 7 для підігріву поживної води, що спрямовується в котел-утилізатор. Пройшовши повітряний холодильник-конденсатор 8 та сепаратор 9, газ охолоджується до 35-40°C. Охолоджений конвертований газ стискають до 5 МПа в турбокомпресорі 10,

Попл. и дата	
Инв. № дудл.	
Взам. Инв. №	
Попл. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

змішують з циркуляційним газом і подають теплообмінники 11, 12, де він нагрівається до 220-230°C. Нагріта газова суміш надходить у колону синтезу 13, температурний режим якої регулюють холодними байпасами. Теплоту реакційної суміші використовують у теплообмінниках 11, 12 для підігріву газу, що надходить в колону. Далі газова суміш охолоджується в холодильнику-конденсаторі 14, метанол-сирець, що сконденсувався, відокремлюється в сепараторі 15 і надходить у збірник 16. Циркуляційний газ повертають на синтез, продувні і танкові гази передають на спалювання в трубчасту піч.”[3]

Инв. № подл.	Подп. и дата																	
	Инв. № дудл.																	
Инв. №	Взам. Инв. №																	
	Подп. и дата																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: right;">Лист</td> </tr> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">24</td> </tr> </table>											Лист	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	24
						Лист												
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	24												

Розділ 2. Питання механізації і автоматизації технологічного процесу

2.1 Вибір каналів контролю та управління

У процесі синтезу метанолу необхідно автоматизувати такі апарати: «Турбокомпресор для стискання природного газу», «Трубчатий конвертор», «Котел-утилізатор», «Холодильник-конденсатор», «Турбокомпресор для стискання газу», «Колона синтезу».

Розглянемо приклад турбокомпресора для стискання природного газу. В цьому агрегаті відбувається стиснення газу до тиску 3 МПа. Показником ефективності є тиск на виході, який необхідно підтримувати на заданому рівні - це мета керування. Найсильніший збурюючий вплив чинять коливання тиску газу на вході в турбокомпресор. Для підтримання заданих параметрів здійснюється регулювання подачі пари в агрегат. Також передбачена сигналізація у разі зниження тиску на виході нижче допустимого значення.

Контур регулювання тиску на виході турбокомпресора працює так: в якості датчика використовується перетворювач тиску ПД-100ДИ (поз. 1а), який вбудовано в трубопровід. При зміні тиску він генерує сигнал 4-20 мА, що надходить на мікропроцесорний регулятор ТРМ-101 (поз. 1б). Регулятор порівнює сигнал із заданим значенням, і у разі його виходу за встановлені межі формує вихідний сигнал 0-10В. Цей сигнал надходить на електропривод (поз. 1в), який через клапан Н6 S BELIMO відкриває або закриває подачу пари, регулюючи тим самим тиск на виході турбокомпресора.

Попл. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. Инв. №	
Попл. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	Лист
						25

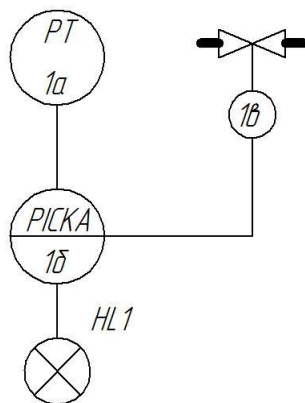


Рис. 2.1. Контур регулювання тиску; 1б — мікропроцесорний регулятор ТРМ101; 1в — електричний виконуючий механізм «Н6 S BELIMO»; HL1 — сигнальна лампа

Трубчатий конвектор - апарат для підігріву газової суміші до необхідної температури. Показником ефективності є температура газу на виході, яку необхідно підтримувати на заданому рівні - це мета керування. Найсильніший збурюючий вплив чинять коливання витрати газової суміші на вході. Для регулювання температури здійснюється коригування подачі природного газу, що спалюється в конвертері.

Контур регулювання працює так: в якості датчика температури використовується термоелектричний перетворювач ДТПК (ХА) (поз. 2а), сигнал якого у вигляді ЕРС надходить на регулятор ТРМ-101 (поз. 2б). Регулятор порівнює сигнал із заданим значенням і формує вихідний сигнал 0-10В, що надходить на електропривод (поз. 2в). Електропривод через клапан Н6 S BELIMO регулює подачу газу в конвектор.

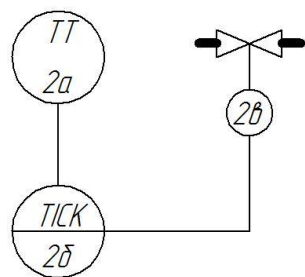


Рис. 2.2. Контур регулювання температури: 2а — Перетворювач температури ДТПК (ХА); 2б — мікропроцесорний регулятор ТРМ101; 2в — електричний виконуючий механізм «Н6 S BELIMO»

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взам. Інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Котел-утилізатор - апарат для охолодження газової суміші до необхідної температури. Показником ефективності є температура газу на виході, яку потрібно підтримувати. Найсильніший вплив чинять зміни витрати газової суміші на вході. Для регулювання температури здійснюється коригування подачі конденсату в котел.

Контур регулювання температури газу працює аналогічно системі керування температурою в трубчастому конвертері: використовується датчик температури, сигнал з якого надходить на регулятор, котрий формує керуючий вплив на регулюючий орган - клапан подачі конденсату в котел.

Холодильник-конденсатор. Цей пристрій охолоджує газову суміш до заданої температури. Показником ефективності є температура газу в охолоджувачі. Мета керування - підтримання показника ефективності на заданому рівні. Найбільший збурюючий вплив надходить по каналу подачі газової суміші. Для досягнення мети керування і нормального ведення технологічного процесу регулюється подача холодної води. Контур регулювання температури в охолоджувачі працює аналогічно до контуру регулювання температури в трубчастому конвертері.

Колона синтезу. Цей апарат призначений для синтезу цільових органічних речовин. Показником ефективності технологічного процесу є температура газової суміші в колоні. Мета керування - підтримання показника ефективності на заданому рівні. Найбільший збурюючий вплив спостерігається по каналу подачі вихідної газової суміші. Для досягнення мети управління і нормального ведення технологічного процесу регулюється подача газу через байпас. Контур керування температурою в колоні працює аналогічно до контуру керування температурою в трубчастому конвертері.

Турбокомпресор для стиснення газу. У цій установці відбувається стиснення природного газу до заданого тиску. Показником ефективності є тиск газу на виході з компресора. Мета керування - підтримання цього показника на заданому рівні. Найбільший збурюючий вплив спостерігається при зміні тиску газу на вході в компресор. Для досягнення мети керування і стабільного ведення технологічного

Попл. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. Инв. №	
Попл. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	Лист
						27

процесу регулюється подача пари в турбокомпресор. Передбачена сигналізація у разі зниження тиску нижче заданого мінімального рівня. Контур керування тиском газу на виході з компресора є аналогічним до інших подібних систем.

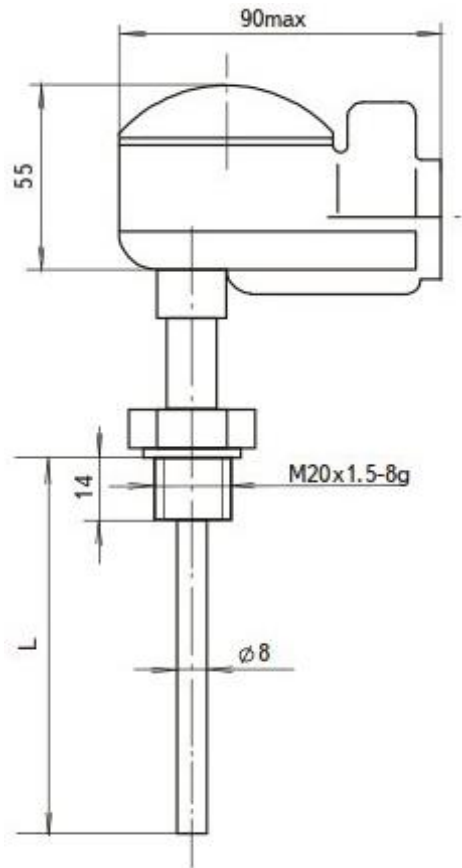


Рис. 2.3. Термопара ДТПК (ХА)

Термопара ДТПК (ХА). Призначений для безперервного вимірювання температури рідин і газів, що містять компоненти з ризиком утворення вибухонебезпечних сумішей. Застосовується в промислових умовах для контролю технологічних процесів. Має вибухозахищене виконання у вигляді герметичної оболонки, стійкої до внутрішніх вибухів. Відповідає вимогам до міцності та витривалості обладнання, яке експлуатується в агресивних середовищах.

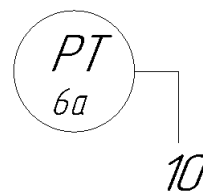


Рис.2.4. Контур регулювання тиску:

ба — перетворювач тиску

Підп. і дата	
Инв. № дубл.	
Взам. Инв. №	
Підп. і дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Перетворювач тиску. Призначений для безперервного вимірювання надлишкового тиску рідин і газів та перетворення у стандартизований вихідний сигнал 4-20 мА. Має захист від гідравлічних ударів.

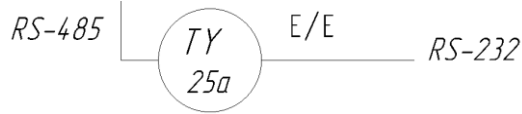


Рис.2.5. Контур перетворювача інтерфейсу:

25a — перетворювач інтерфейсу

Перетворювач інтерфейсу. Забезпечує взаємне перетворення сигналів між інтерфейсами RS-485 та RS-232. Дозволяє підключати пристрої з інтерфейсом RS-232 (комп'ютер, сканери штрих-кодів, ваги тощо) до промислової мережі з інтерфейсом RS-485.

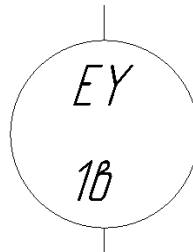


Рис.2.6. Контур частотного перетворювача:

1B — перетворювач частот

Частотний перетворювач. Виконує перетворення вхідної синусоїдальної напруги постійної частоти і амплітуди у вихідну імпульсну напругу змінної частоти та амплітуди за допомогою широтно-імпульсної модуляції. Дає змогу плавно регулювати частоту і амплітуду напруги, що подається на обмотки статора асинхронного електродвигуна, забезпечуючи в такий спосіб безступінчасте регулювання швидкості обертання валу.

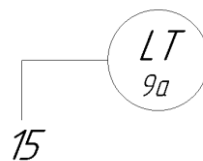


Рис.2.7. Контур поплавкового рівнеміра

Поплавковий рівнемір. Принцип дії базується на частковому зануренні поплавця в контрольований рідинний продукт. Положення поплавця фіксується та

Попл. у дата	
Инв. № дудл.	
Взам. Инв. №	
Попл. у дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	Лист
						29

відповідає певному рівню рідини. Застосовується для безперервного вимірювання рівня в резервуарах з однорідними рідинами, оскільки глибина занурення поплавця не залежить від його місцезнаходження, що забезпечує точність вимірювань.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата	Инв. № дудл.	Подп. и дата	Инв. № дудл.	Инв. № подл.	Подп. и дата	<table border="1"> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						<p style="text-align: center;">ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ</p>	<table border="1"> <tr> <td>Лист</td> </tr> <tr> <td>30</td> </tr> </table>	Лист	30
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																				
Лист																								
30																								

Вибір засобів автоматизації

Обираючи засоби автоматизації, потрібно враховувати багато факторів. Необхідно підібрати устаткування за кількістю, типорозмірами та якістю. Водночас варто зважати на вартість. Раціональне використання технологічних потужностей можливе завдяки обґрунтованому добору потрібної кількості засобів автоматизації.

Непродуманий вибір устаткування може завдати фінансових збитків чи спричинити аварії. Отже, це один з найважливіших етапів при автоматизації виробництва. Потрібен комплексний підхід та ретельні розрахунки. Лише тоді можна досягти оптимізації процесів без зайвих витрат. Основними критеріями при виборі обладнання мають слугувати:

1) ефективність та економічність: впровадження сучасних технологій дозволяє оптимізувати виробничий процес. Ключовими показниками ефективності є якість, обсяг та собівартість готової продукції. Для одночасного покращення цих характеристик, особливо економічної складової, за рахунок зменшення трудовитрат, витрат на сировину та спрощення комунікацій, необхідні якісні технічні рішення на рівні програмного та апаратного забезпечення;

2) надійність і безпека: комплекс заходів, спрямованих на захист систем від випадкових чи навмисних збоїв, що заважають нормальному функціонуванню;

3) вартість: важливо підібрати обладнання, яке за прийнятну ціну забезпечило б необхідну якість та надійність систем автоматичного керування.

Вимірювач-регулятор мікропроцесорний в поєднанні з первинними перетворювачами призначений для вимірювання та регулювання температури та інших фізичних величин, значення яких перетворюються датчиками у стандартизовані сигнали постійного струму чи напруги. Застосовується в різних галузях промисловості, комунальному господарстві та сільському господарстві для контролю і регулювання технологічних параметрів виробничих процесів.

Попл. и дата	
Инв. № дудл.	
Взам. Инв. №	
Попл. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------



Рис. 2.8. Вимірювач-регулятор мікропроцесорний ОВЕН ТРМ-101

“Прилади дозволяють здійснювати наступні функції:

- вимірювання температури і/або інших фізичних величин (тиску, вологості, витрати, рівня і т.п.) за допомогою стандартних датчиків, що підключаються до універсальних входів приладу;
- регулювання вимірюваних величин по двохпозиційному (Релейному) закону;
- регулювання вимірюваної величини по трьохпозиційному закону;
- обчислення квадратного кореня з значень уніфікованих вхідних сигналів;
- відображення поточного вимірювання на вбудованому світлодіодному цифровому індикаторі;
- формування вихідного струму 4...20мА або напруги 0...10В для реєстрації або управління виконавчими механізмами по ПІД-закону (при використанні в якості вихідного пристрою цифро-аналогового перетворювача (ЦАП)).”[14]

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взам. Інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Рис. 2.9. Вимірювач-регулятор мікропроцесорний Термодат-14Е5

При виборі засобів автоматизації було розглянуто декілька моделей вимірювачів-регуляторів. За показниками надійності та ефективності придатними є як ОВЕН ТРМ-101, так і Термодат-14Е5. Проте за співвідношенням ціна/якість більш вигідною є перша модель. ОВЕН ТРМ-101 оптимально підходить для автоматизації даного технологічного процесу. Таке рішення дозволить реалізувати поставлені задачі із застосуванням сучасних засобів автоматизації за прийнятну вартість.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ



Рис. 2.10. Клапан регулюючий Н6 S BELIMO

Клапан регулюючий. Застосовується в трубопроводах і технологічних системах для зміни витрат рідких або газоподібних середовищ з метою регулювання перебігу технологічного процесу. Призначений для нейтральних до матеріалів вузла середовищ, що контактують. Дозволяє керувати параметрами потоку в заданих межах.

“Технічні характеристики регулюючого клапана Н6 S BELIMO:

- робоче середовище: вода і пар;
- приєднання до трубопроводу: фланцеве;
- матеріал корпусу: чавун;
- герметичність затвора: по класу "А", "В" ГОСТ 9544-93;
- кліматичне виконання: У1 по ГОСТ 15150-69;
- робочий тиск: 16 кгс / см²;
- спосіб управління: електропривід.”[15]

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ



Рис. 2.11. Електропривід регулюючого клапана H6 S BELIMO

“Технічні характеристики регулюючого клапана RV 111/F COMAR LDM:

- робоче середовище: вода і стиснене повітря;
- приєднання до трубопроводу: фланцеве;
- матеріал корпусу: чавун;
- регулюючий орган: сідельний клапан;
- регулювання: пропорційне;
- робочий тиск: 16 кгс / см²;
- спосіб управління: електропривід.”[16]

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ



Рис. 2.12. Клапан регулюючий RV 111/F COMAR LDM

При виборі регулюючих клапанів було розглянуто декілька моделей. За функціональними можливостями та надійністю всі варіанти задовольняють вимоги до даного технологічного процесу. Проте з огляду на оптимізацію витрат найбільш вигідною є модель H6 S BELIMO. Це сучасне бюджетне рішення, яке дозволяє реалізувати необхідні задачі автоматичного регулювання та керування потоком робочого середовища.

Перетворювачі тиску. Розглянуто декілька моделей перетворювачів тиску для вимірювання в агресивних середовищах. Зокрема проаналізовано характеристики приладів ОВЕН ПД100-ДИ та ОВЕН ПД100И. Вони призначені для безперервного перетворення надлишкового тиску рідин і газів та генерування стандартизованого вихідного сигналу 4-20 мА. Мають захист від гідравлічних ударів. Моделі 111, 171 та 181 комплектуються сенсором з нержавіючої сталі AISI 316L для високоточних вимірювань у агресивних середовищах. Електричні роз'єми відповідають стандарту EN175301-803 (DIN43650 A).

Попл. і дата	
Інв. № дубл.	
Взам. Інв. №	
Попл. і дата	
Інв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Рис. 2.13. Перетворювач тиску ПД-100ДИ

“Моделі 111, 171 та 181 датчиків ПД100-ДИ призначені для визначення надлишкового тиску контрольованого середовища та застосовуються у системах автоматичного керування та регулювання технологічних процесів у пневмо- та гідросистемах холодного та гарячого водопостачання (ХВП і ГВП), тепlopостачання, автоматиці водоканалів, котельних, теплових пунктів (ІТП, ЦТП), об'єктів газового господарства, системах насосного обладнання тощо.

Основні характеристики перетворювача тиску ОВЕН ПД100-ДИ (моделі 111, 171, 181). Робоче середовище: хімічно нейтральні за відношенням до нержавіючої сталі AISI 316L (AISI 304S) гази, пара та слабоагресивні рідини. Тип тиску, що вимірюється: надлишковий.

Основна зведена похибка: 0,5; 1,0 % ВМВ. Перетворення надлишкового тиску в уніфікований сигнал 4...20 мА постійного струму. Верхня межа тиску, що вимірюється (ВМВ): 16 кПа...40 МПа. Перевантажувальна здатність: не менше 200% ВМВ. Ступінь захисту корпусу та електророз'єму датчика IP65. Завадостійкість відповідає вимогам до обладнання класу А за ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014.”[18]

Попл. і дата	
Инв. № дубл.	
Взам. Инв. №	
Попл. і дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Рис. 2.14. Перетворювач тиску ПД-100И

“Датчики ОВЕН ПД100И призначені для безперервного вимірювання абсолютного, вакуумметричного та надлишково-вакуумметричного типів тиску та перетворення одержаних значень в уніфікований сигнал 4...20 мА постійного струму.

Датчики ОВЕН ПД100И моделей 111, 171, 181 призначені для безперервного вимірювання абсолютного, вакуумметричного та надлишково-вакуумметричного типів тиску та перетворення одержаних значень в уніфікований сигнал 4...20 мА постійного струму.

Основні області застосування ПД100И – системи обліку тепла в ЖКГ, а також нафтогазова галузь промисловості.

За рахунок компактності датчики цього типу можливо розміщувати у важкодоступних місцях, а також використовувати в системах, де критичні габарити перетворювача.

У датчику ПД100И застосовується високостабільний сенсор, який уварюється в штуцер із застосуванням лазерного зварювання. Для додаткового захисту від зовнішніх впливів плата перетворювача покривається неполімеризуючим компаундом.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взам. Інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	Лист 38

Датчики ПД100И моделей 111, 171, 181 приєднуються до системи за допомогою штуцера з різью M20×1,5, G1/2, G1/4 відповідно.

Основні характеристики: верхня межа тиску, що вимірюється (ВМВ): 0,025...4,0 МПа; перевантажувальна здатність: не менше 200 % ВМВ; габаритний розмір за висотою: не більше 92 мм; ступінь захисту корпусу та електророз'єму перетворювача: IP65.”[17]

При виборі перетворювачів тиску було розглянуто декілька моделей, зокрема ОВЕН ПД100-ДИ та ОВЕН ПД100И. За функціональними можливостями та надійністю обидва варіанти підходять для застосування у даному технологічному процесі. Проте модель ОВЕН ПД100-ДИ має оптимальне співвідношення ціни та якості. Цілком достатній функціонал цієї моделі дозволяє вирішити поставлені задачі автоматизації при менших фінансових витратах.

Перетворювач частоти – пристрій який здійснює трансформацію вхідної синусоїдальної напруги в імпульсну напругу змінної частоти та амплітуди за допомогою широтно-імпульсної модуляції.

Серед моделей перетворювачів частоти, представлених на ринку, з огляду на функціональні можливості та цінову політику, найбільш доцільним для застосування є пристрій ОВЕН ПЧВЗ. Забезпечує необхідне регулювання швидкості обертання електродвигунів при оптимальному співвідношенні ціни та якості.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	Лист 39



Рис. 2.15. Перетворювач частоти векторний ОВЕН ПЧВ3

Перетворювач частоти ОВЕН ПЧВ3 має розширені функціональні можливості при менших габаритах, а також більший діапазон потужностей. Окрім стандартного виконання, лінійка включає 17 модифікацій потужністю 0,75-90 кВт зі ступенем захисту IP54, які можуть встановлюватися в приміщеннях з підвищеним вмістом пилу та вологи без додаткових шаф керування. Це спрощує монтаж, не вимагає систем вентиляції та загалом здешевлює автоматизацію.

“Нова лінійка ПЧВ3 має розширені можливості, менші масогабаритні характеристики, збільшений діапазон потужностей.

Функціонал лінійки ПЧВ3 заточений під найбільш популярні HVAC-застосування, забезпечуючи у тому числі:

- "сплячий" режим, який необхідний у системах зі змінним розбором рідини для насосів;
- спеціалізований протипожежний режим, який потрібний для частотних перетворювачів, які контролюють вентиляцію у сучасному приміщенні.”[19]

Витратоміри газу з струмовим виходом. Вивчивши різні варіанти газових витратомірів на ринку, моя оцінка показує, що безперервний витратомір FLUXUS G831, розроблений для небезпечних зон, є найбільш надійним і оптимальним вибором з точки зору як економічної ефективності, так і якості.

Попл. у дата	
Инв. № дубл.	
Взам. Инв. №	
Попл. у дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	Лист
						40



Рис. 2.16. Постійний витратомір газу для небезпечних ділянок FLUXUS G831

Витратомір газу FLUXUS G831 - це ультразвуковий датчик найвищого класу, призначений для динамічного вимірювання витрати в переробній промисловості. Цей складний і універсальний прилад може похвалитися високоефективними функціями, включаючи розширені можливості обробки, розширену діагностику, двонаправлені протоколи зв'язку, цифрові виходи і технологічні входи. Зокрема, FLUXUS G831 розроблений для легкого встановлення, пропонує виняткову точність і гарантує неперевершену продуктивність. Крім того, його адаптивність і придатність для роботи в небезпечних зонах (сертифікований для АTEX, IECEx Zone 1 і FM Class I, Division 1) роблять його ідеальним вибором для вимогливих промислових застосувань, особливо в нафтовій і хімічній промисловості.

Датчики надійно розміщені в міцних монтажних пристроях, призначених для використання за призначенням, що забезпечує механічну стабільність і постійний контакт з поверхнею труби. Ця установка має вибухозахищений корпус, компактну конструкцію і корозійну стійкість, що відповідає вимогам АTEX, IECEx Zone 1 і FM Class 1, Div. 1.

Витратомір газу FLUXUS G831 дозволяє вимірювати робочий (валовий) об'ємний потік газу в обох напрямках. Завдяки наявності іскробезпечних технологічних входів для тиску і температури на місці встановлення витратоміра,

ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ

Лист

41

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	
					Изм.

витратоміри FLUXUS G831 тепер здатні вимірювати стандартні об'ємну і масову витрату.[20]

Завдяки подвійним вимірювальним каналам FLUXUS G831 оптимально підходить для складних місць вимірювання і не піддається впливу таких факторів, як щільність, в'язкість, склад газу, а також температура і тиск.

Поплавковий рівнемір. Поплавкові рівнеміри служать для контролю рівня рідини в резервуарі. Поплавок з'єднаний з клапаном за допомогою важільного механізму, який контролює потік рідини з трубопроводу в резервуар. Коли рівень рідини підвищується, висхідний поплавок впливає на клапан, що призводить до зменшення потоку рідини.

Дистанційно керовані поплачкові магнітні рівнеміри ОВЕН призначені для відстеження поточного рівня рідини в резервуарі і перетворення виміряного значення в стандартизований вихідний сигнал від 4 до 20 мА постійного струму.

Датчики рівня знаходять застосування в системах контролю рівня рідини в різних резервуарах, в тому числі під тиском. Ці датчики ефективно працюють в хімічно нейтральних і агресивних рідких середовищах, що забезпечується корозійною стійкістю матеріалу датчика (нержавіюча сталь 12Х18Н10Т) і відсутністю летких вибухонебезпечних сполук.



Рис. 2.17. Поплавкові датчики рівня з аналоговим вихідним сигналом 4...20 мА
ОВЕН ПДУ-И

“Характеристики ОВЕН ПДУ-И:

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ

- довжина штоку: від 250 мм до 4000 мм (кратність 250 мм);
- дискретність перетворення: 5 або 10 мм;
- діапазон робочих температур вимірювального середовища: $-60\dots+125\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- діапазон робочого тиску вимірювального середовища: від вакууму до 1 МПа (для датчиків з приєднанням CLAMP) і до 2 МПа (для датчиків з різьбовим і фланцевим приєднанням);
- густина робочого середовища: $\geq 0,65\text{ г/см}^3$. [21]

Термопара ДТПК. Термоелектричні перетворювачі ОВЕН ДТПХ_{xx}5М-И поставляються з вбудованим високоточним нормалізуючим перетворювачем, призначеним для постійного вимірювання температури і перетворення температури різних типів середовищ - рідких, газоподібних, твердих і сипучих - в стандартизований вихідний сигнал в діапазоні від 4 до 20 мА постійного струму.



Рис. 2.18. Термопари ОВЕН ДТПХ_{xx}5М-И

Термоелектричні перетворювачі ОВЕН ДТПХ_{xx}5М-И оснащені вбудованим високоточним нормалізуючим перетворювачем. Ці датчики призначені для безперервного вимірювання температури і подальшого перетворення значень

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ

температури різних типів середовищ - рідких, газоподібних, твердих або сипучих - в стандартизований вихідний сигнал в діапазоні від 4 до 20 мА постійного струму.

Моделі ОВЕН ДТПХхх5М-И побудовані з використанням термопар ДТПЛхх5 (ХК), ДТПКхх5 (ХА), ДТПНхх5 (НН). Ці пристрої складаються з первинного перетворювача (термозонда) і вимірювального перетворювача ОВЕН НПТ-3, який розміщується в головці датчика температури.

Прецизійний мікропроцесорний перетворювач нормалізації ОВЕН НПТ-3, що входить до складу виробу, дозволяє налаштувати межі діапазону вимірювання температури через інтерфейс USB в межах діапазону вимірювання, застосовного до відповідного термощупа.

Термопари зі стандартизованим струмовим виходом від 4 до 20 мА використовуються для побудови ліній зв'язку довжиною до 800 метрів. Ці лінії характеризуються завадостійкістю та загальною надійністю. Надійність ліній зв'язку пояснюється мінімальним впливом електромагнітних завад на струмові сигнали. Крім того, застосування термопар зі струмовим виходом дозволяє використовувати для з'єднання звичайні дво жильні провідники, усуваючи необхідність у термокомпенсаційних провідниках.

Перетворювач інтерфейсу. Ми обрали модель ОВЕН АС3-М - автоматичний перетворювач інтерфейсів RS-232/RS-485, який відрізняється прийнятною вартістю в поєднанні з високим рівнем надійності та ефективності.

Інтерфейсний адаптер ОВЕН АС3-М спеціально розроблений для двонаправленого перетворення сигналів інтерфейсів RS-232 і RS-485. Він полегшує підключення пристроїв, оснащених інтерфейсом RS-232, таких як персональні комп'ютери, зчитувачі штрих-кодів, електронні ваги тощо, до промислової інформаційної мережі RS-485.

Попл. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. Инв. №	
Попл. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	Лист
						44



Рис. 2.19. ОВЕН АС3-М. Автоматичний перетворювач інтерфейсів RS-232/RS-485

“Основними функціями адаптеру інтерфейсів є:

- взаємне перетворення сигналів інтерфейсів RS-485 та RS-232;
- автоматичне визначення напрямку передавання даних;
- гальванічна ізоляція входів між собою та від живильної мережі;
- напруга живлення = 24 В або ~220 В;
- вбудовані узгоджувальні резистори.”[22]

На основі наших критерій виберемо такі засоби автоматизації:

Вимірювач-регулятор мікропроцесорний ОВЕН ТРМ-101 (Рис. 2.8.)

Клапан регулюючий Н6 S BELIMO (Рис. 2.10)

Електропривід регулюючого клапана Н6 S BELIMO (Рис. 2.11.)

Перетворювач тиску ПД-100ДИ (Рис. 2.13.)

Перетворювач частоти векторний ОВЕН ПЧВ3 (Рис. 2.15.)

Постійний витратомір газу для небезпечних ділянок FLUXUS G831 (Рис. 2.16.)

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. Инв. №	Инв. № дудл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Поплавкові датчики рівня з аналоговим вихідним сигналом 4...20 мА ОВЕН

ПДУ-И(Рис. 2.17.)

Термомари ОВЕН ДТПХхх5М-И(Рис. 2.18.)

ОВЕН АС3-М. Автоматичний перетворювач інтерфейсів RS-232/RS-485.(Рис. 2.19)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	Лист
											46

2.3. Відомості про методи випробування та контролю якості

1 готової продукції, переробка відходів

1. Типові методи випробування та контролю якості готового метанолу, а також межі фазового контролю на етапах його виробництва при тиску 5 МПа:

- Вхідний контроль сировини:
- Аналіз складу і чистоти природного газу чи синтез-газу методом хроматографії
- Визначення вмісту сірководню, аміаку, хлоридів
- Міжфазний контроль виробництва:
- Аналіз температури і тиску на вході/виході реакторів синтезу
- Контроль витрати і складу циркуляційного газу
- Аналіз проміжних продуктів (метиловий спирт, формальдегід)
- Контроль готової продукції:
- Визначення концентрації метанолу методами газової хроматографії або кулонометрії (масова частка не менше 99,8%)
- Контроль прозорості, кольору, запаху метанолу візуально
- Вимірювання щільності, температури кипіння, масової частки води стандартними лабораторними методами
- Визначення вмісту хлоридів, заліза, лужності

2. При виробництві метанолу тиском 5 МПа утворюється ряд відходів, що потребують належної переробки та утилізації для мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище.

Основні відходи та методи їх переробки:

- Викиди синтез-газу та газоподібних вуглеводнів - спалюються в печах або виробничому котлі з уловлюванням тепла.

Ивв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Ивв. №	Ивв. № дудл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ

Лист

47

- Стічні води від конденсації парів метанолу - проходять очищення від органічних речовин на біохімічних установках перед скиданням у каналізацію.

- Відпрацьовані каталізатори конверсії газу - регенеруються хімічними методами або утилізуються як вторинна сировина.

- Шлами очистки стічних вод - підлягають термічній утилізації в спеціальних установках або захороненню на полігонах токсичних відходів.

- Відходи футерувальних матеріалів та виробничого обладнання - передаються спеціалізованим організаціям як вторинна сировина або металобрухт.

Дотримання екологічних нормативів скидів і викидів при переробці відходів дозволяє мінімізувати шкідливий вплив виробництва метанолу на довкілля.

3.Характеристика шкідливих речовин і їх ГДК

Основними шкідливими речовинами, що утворюються при виробництві метанолу тиском 5 МПа, є:

1.Метанол (метиловий спирт)

- ГДК в повітрі робочої зони - 5 мг/м³
- Впливає на нервову систему, органи зору, може викликати летальні отруєння

2.Формальдегід

- ГДК в повітрі - 0,5 мг/м³
- Подразнювач слизових оболонок очей та дихальних шляхів, алерген

3.Оксид вуглецю (СО)

- ГДК в повітрі - 20 мг/м³
- Порушує транспорт кисню в крові, викликає кисневе голодування

4.Діоксид сірки (SO₂)

- ГДК в повітрі - 10 мг/м³
- Подразнювач дихальних шляхів, очей, шкіри

5.Сірководень (H₂S)

Підп. і дата	
Инв. № дубл.	
Взам. Инв. №	
Підп. і дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	Лист
						48

- ГДК в повітрі - 10 мг/м3
- Сильна отрута, впливає на центральну нервову систему

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ

2.4. Розрахунок потреби електроенергії

1. Енергетичні ресурси мають важливе значення в умовах проектного виробництва, оскільки без їх використання неможливе проведення технологічного виробництва продукції.

Витрати електроенергії на технологічні цілі за рік E_p і на калькуляційну одиницю $E_{к.од}$ визначені

$$E_p = 12000000 \text{ кВт}\cdot\text{год./рік}$$

$$E_{к.од} = 120 \text{ кВт}\cdot\text{год./1т.}$$

Витрата електроенергії в грошовому виразі на річне завдання визначається за формулою:

$$V_p = E_p \cdot Ц$$

де $Ц$ – ціна 1кВт/год., грн.

Згідно з заводськими даними $Ц=2,5$ грн. за 1 кВт·год.

Тоді

$$V_p = 12000000 \cdot 2,5 = 30000000 \text{ грн.}$$

Витрата електроенергії в грошовому вираз на калькуляційну одиницю визначається за формулою:

$$V_{од.} = E_{к.од} \cdot Ц$$

$$V_{од.} = 120 \cdot 2,5 = 300 \text{ грн.}$$

Инд. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. Инв. №	
Инд. № дудл.	
Подп. и дата	

					<i>ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		50

Розділ 3 Охорона праці

1. Вентиляція та освітлення виробничих приміщень

При виробництві метанолу відбувається виділення шкідливих речовин - оксидів вуглецю, сірководню, парів метанолу. Для запобігання професійним захворюванням персоналу та створення комфортних і безпечних умов праці передбачено припливно-витяжну вентиляцію всіх виробничих приміщень.

Система вентиляції складається з:

- Витяжних вентиляторів ВВ-10М вибухозахищеного виконання з електродвигунами виконання Exd з високим ступенем захисту.
- Витяжних шумоглушних установок ШУ-10 для зниження шуму та вібрацій.
- Системи повітроводів із оцинкованої сталі.
- Дефлекторів для регулювання напрямку потоків повітря.

Кратність повітрообміну складає 3 об'єми приміщення за годину. Періодично здійснюється вимірювання швидкості руху та складу повітря за допомогою анемометрів та газоаналізаторів. Регулярно проводиться огляд та технічне обслуговування системи вентиляції.

У зв'язку з підвищеною пожежонебезпечністю та вибухонебезпечністю процесу синтезу метанолу, до системи освітлення виробничих приміщень висуваються спеціальні вимоги.

Для штучного освітлення застосовуються світильники з лампами ДРЛ у вибухозахищеному виконанні. Світильники комплектуються вбудованими пускорегулюючими апаратами.

Використовується наступне обладнання:

- світильники підвісні LSP-101-Exd з лампами ДРЛ-400
- світильники прожекторного типу ПСХ-150, IP65 з лампами ДРИ-1000
- щити освітлення з апаратурою керування ЩО-1
- люксметри Ю-116 для контролю освітленості

Попл. и дата				
Инв. № дубл.				
Взам. Инв. №				
Попл. и дата				
Инв. № подл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Рівень штучного освітлення відповідає нормі - 100 лк. Для аварійного освітлення передбачені акумуляторні ліхтарі на 5% від нормованого рівня освітленості.

Періодично проводиться перевірка справності світильників, рівня освітленості, опір ізоляції електромережі.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата

Виробнича безпека, охорона праці в майстерні та протипожежні заходи

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	Лист
						52

Виробництво метанолу пов'язане з використанням вибухонебезпечних речовин та потенційною небезпекою отруєнь і пожеж. Тому дотримання правил безпеки є першочерговим завданням.

Вся технологічна апаратура та трубопроводи виконуються герметично, щоб уникнути витоків синтез-газу та метанолу. Здійснюється періодичний контроль герметичності за допомогою течешукача.

Персонал забезпечується комплектом спецодягу, а також засобами захисту органів дихання та зору при роботах в умовах загазованості.

За допомогою газоаналізаторів періодично перевіряється повітря робочої зони на вміст шкідливих речовин. Проводяться заміри концентраційних меж поширення полум'я.

Весь персонал проходить спеціальне навчання з питань охорони праці та техніки безпеки з наступною перевіркою знань. Також проводяться періодичні медичні огляди працівників.

Протипожежні заходи:

- Монтаж автоматичної пожежної сигналізації на базі датчиків диму, тепла та полум'я з виводом сигналу на центральний пульт у приміщенні охорони.
- Обладнання приміщень вогнегасниками - порошковими та вуглекислотними.
- Контроль за дотриманням протипожежного режиму та правил пожежної безпеки на території виробництва.
- Планово-попереджувальні ремонти електрообладнання й вентиляційних систем.
- Протипожежний інструктаж обслуговуючого персоналу з навчанням правилам користування вогнегасниками.
- Огляд стану пожежної безпеки робочих місць та виробничих дільниць.

Инд. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. Инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	Лист
						53

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата

.3. Допуск до роботи

Перед допуском до самостійної роботи на виробництві метанолу весь персонал проходить:

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	Лист
						54

- Вступний інструктаж з охорони праці та пожежної безпеки з наступним оформленням в журналі реєстрації вступного інструктажу.
- Навчання з питань охорони праці, виробничої санітарії, безпеки у надзвичайних ситуаціях. Після навчання проводиться залік знань комісією підприємства.
- Перевірку знань правил безпечної експлуатації обладнання на робочому місці. Результати перевірки заносяться до протоколу.
- Стажування на робочому місці під керівництвом досвідченого працівника від 2 тижнів до місяця.
- Екзамен кваліфікаційної комісії підприємства й отримання допуску до самостійної роботи. Видається посвідчення про перевірку знань за професією.

Тільки після виконання всіх вищеперерахованих заходів працівник може бути допущений до самостійної роботи на виробництві метанолу. Щорічно проводиться перевірка знань персоналу.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инд. № дудл.	Подп. и дата

Розділ 4 Будівельно-компанувальні рішення

Характеристика виробничої будівлі. Компонування обладнання

Виробниче приміщення для виготовлення метанолу має такі характеристики:

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	Лист
						55

Категорія виробництва - АН.

Клас приміщення - 1.

Товщина зовнішніх стін - 500 мм.

Фундамент - монолітний залізобетонний.

Перекриття - збірні залізобетонні плити.

Покрівля - рулонна, вогнестійка.

Двері та вікна - металопластикові із захисним склінням.

Підлога - кислотостійка плитка, улаштована по бетонній основі.

Опалення - водяне, закрите.

Вентиляція - припливно-витяжна з резервними вентиляторами.

Освітлення - вибухозахищене.

У приміщенні встановлено наступне технологічне обладнання:

Реактор синтезу РСМ-5МПа;

Колона ректифікації КР-5МПа;

Ємності зберігання метанолу 2 шт.

Обладнання розміщене з урахуванням технологічної послідовності, зручності обслуговування і ремонту.

Колона ректифікації та реактор синтезу обладнані системами аварійного зливу та охолодження.

Передбачені протиаварійні системи захисту, сигналізації та пожежогасіння.

Виробниче приміщення має автономні системи електро- та водопостачання.

Поруч розташована насосна та компресорна станції.

В адміністративно-побутовому корпусі передбачені приміщення для персоналу.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	Лист
						56

Розділ 5.Економічна частина

Характеристика організації виробництва і праці

В умовах проєктованого виробництва технологічний процес має безперервний характер. Це пов'язано із необхідністю підтримання постійного тиску та температурного режиму в апаратах синтезу та ректифікації.

Для забезпечення цілодобової роботи обладнання передбачений багатозмінний режим роботи персоналу за графіком 3 через 3. Тривалість зміни - 8 годин. Персонал працює вахтовим методом, чергуючи добу чергування і дві доби відпочинку.

З огляду на вибухонебезпечність технологічного процесу та необхідність забезпечення його безаварійної роботи, передбачені посади старших змін - інженерів хіміків-технологів.

Графік змінності персоналу:

Зміна	1 доба	2 доба	3 доба
1	I	III	II
2	II	I	III
3	III	II	I

Попл. и дата	
Инв. № дудл.	
Взам. Инв. №	
Попл. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ

Лист

57

**Розрахунок вартості сировини,
транспортно-заготівельних витрат**

з / п	Найменування сировини та матеріалів	Витрата на калькуляційну одиницю(1т)			Витрата на річне завдання(100000т)	
		кіл ькість	ц іна	с ума, грн.	кі лькість	су ма, грн.
	Матеріали основні					
	Природний газ,кг	340	9 800	333 2	3 4000000	3332 00000
	Каталізатори,кг	12	3 5000	4 20	1 200000	42 000000
	Технологічна пара,кг	500 0	2 500	1 2500	5 00000000	12 50000000
	Вода охолоджувальна,кг	300	6 00	180	3 0000000	18 0000000
	Азот газоподібний,кг	150	1 2000	1 800	1 5000000	18 0000000
	Стиснене повітря,кг	50	8 00	40	5 000000	10 000000
	Інгібітор корозії,кг	0,0 5	2 5000	1, 25	5 000	15 0000
	Масило компресорне,кг	0,2	1 4500	2,9	2 00000	14 50000
	Всього основних матеріалів			169 76,15		19 45980150
	Футеровка кислототривка,м2	3	5 000	1 5000	3 00000	1500 000000
	Запасні частини до насосів,компл	0,2	8 000	1 600	2 0000	16 0000000
	Сірчана кислота,кг	0,0 6	4 800	2 88	6 000	2880 0000
	Метанол	3	7	2	3	22

Попл. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. Инв. №	
Попл. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ

Лист

58

	(технічний),кг		500	2500	00000	50000000
	Всього			393		3938
				88		800000

У зв'язку з особливостями технологічного процесу необхідно проводити доставку сировини і матеріалів до місця їх переробки. Витрати, які пов'язані з цим, отримали назву транспортно-заготівельні.

Величина транспортно-заготівельних витрат розраховується за формулою:

$$V_{\text{тр.загот.}} = \frac{M \cdot \%V_{\text{тр.загот.}}}{100\%},$$

де М – вартість сировини і матеріалів;

$\%V_{\text{тр.загот.}}$ – розмір транспортно-заготівельних витрат в %.

Згідно з заводськими даними $\%V_{\text{тр.загот.}}$ складає 7%.

Тоді

$$V_{\text{тр.загот.}} = \frac{5883780150 \cdot 7}{100} = 41186461 \text{ грн}$$

Величина транспортно-заготівельних витрат на калькуляційну одиницю може бути розрахована за формулою:

$$V_{\text{тр.загот.од.прод}} = \frac{V_{\text{тр.загот.}}}{\text{річне завдання}}$$

де $V_{\text{тр.загот.}}$ – транспортно-заготівельні витрати, грн.

Тоді

$$V_{\text{тр.загот.од.прод}} = \frac{41186461}{100000} = 411,86461 \text{ грн}$$

Розрахунок чисельності персоналу і річного фонду оплати праці

ХТМ-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ

Лист

59

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Розрахунок чисельності основних робочих полягає у визначенні їх явочної і облікової чисельності.

Під явочною чисельністю розуміють кількість робочих необхідну для обслуговування устаткування протягом доби.

Облікова чисельність дорівнює сумі явочної чисельності і резерву на підміну відсутніх у зв'язку з відпустками і хворобами, виконанням державних і суспільних обов'язків.

Початковими даними для розрахунку чисельності персоналу є;

- річне завдання по випуску продукції;
- трудомісткість одиниці продукції;
- баланс робочого часу.

Баланс робочого часу визначається відповідно до графіка змінності. У балансі розрізняють наступні фонди часу одного працівника: календарний ($T_{\text{кал.}}$), номінальний ($T_{\text{ном.}}$), ефективний ($T_{\text{еф.}}$).

Календарний фонд часу дорівнює числу днів в році.

Номінальний фонд часу – це максимально можливий фонд робочого часу, який може бути відпрацьований одним робочим протягом року.

Номінальний фонд часу визначається за формулою:

$$T_{\text{ном.}} = T_{\text{кал.}} - (B + C)$$

де $T_{\text{кал.}}$ – календарний фонд робочого часу; $T_{\text{кал.}} = 366$ днів;

B – число вихідних днів у році; $B = 208$ дні;

C – число святкових днів в році; $C = 10$ днів.

Тоді

$$T_{\text{ном.}} = 366 - (208 + 10) = 168 \text{ днів}$$

Ефективний фонд часу характеризує фактичний час роботи одного працівника в році.

Ефективний фонд часу розраховується за формулою:

$$T_{\text{еф.}} = T_{\text{ном.}} - (T_{\text{від.}} + T_{\text{хв.}} + T_{\text{д.о.}})$$

Попл. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. Инв. №	
Попл. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

де $T_{\text{від.}}$ – чергові і додаткові відпустки; $T_{\text{від.}}=29$ днів;

$T_{\text{хв.}}$ – втрати часу по хворобі; $T_{\text{хв.}}=7$ днів;

$T_{\text{д.о.}}$ – час виконання державних і суспільних обов'язків; $T_{\text{д.о.}}=3$ дні.

Тоді

$$T_{\text{еф.}} = 252 - (29 + 7 + 3) = 213 \text{ днів}$$

Таблиця 2 – Баланс робочого часу

Найменування фонду часу	Буквен е познач ення	Дні	Години
Календарний фонд	$T_{\text{кал.}}$	366	2928
Вихідні дні	В	208	1664
Святкові дні	С	10	80
Номінальний фонд	$T_{\text{ном.}}$	168	1344
Невиходи на роботу:			
- відпустка	$T_{\text{від.}}$	29	232
- хвороба	$T_{\text{хв.}}$	7	56
- держобов'язки	$T_{\text{до}}$	3	24
Ефективний фонд	$T_{\text{еф.}}$	213	1704

Чисельність явочна визначається за формулою:

$$Ч_{\text{яв.}} = \frac{Q \cdot K_{\text{витр.}} \cdot N_{\text{час.}}}{T_{\text{ном.}} \cdot K_{\text{нор.}}}$$

де Q – річне завдання; $Q=100000\text{т.};$

$K_{\text{витр.}}$ – коефіцієнт пофазних втрат; $K_{\text{витр.}}=0,9;$

$N_{\text{час.}}$ – норма часу; $N_{\text{час.}}=0,6;$

$K_{\text{нор.}}$ – коефіцієнт виконання норм праці; $K_{\text{нор.}}=1.$

$$Ч_{\text{яв.}} = 100000 \cdot 0,9 \cdot 0,6 / 1344 \cdot 1 = 40 \text{ чол}$$

Чисельність облікова визначається за формулою:

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

$$\text{Ч}_{\text{обл.}} = \text{K}_{\text{нев.}} \cdot \text{Ч}_{\text{яв.}}$$

де $\text{K}_{\text{нев.}}$ – коефіцієнт невиходу на роботу.

Коефіцієнт невиходу на роботу визначається за формулою:

$$\text{K}_{\text{нев.}} = \frac{\text{T}_{\text{ном.}}}{\text{T}_{\text{еф.}}}$$

$$\text{K}_{\text{нев.}} = 168/213 = 0,78$$

Тоді

$$\text{Ч}_{\text{обл.}} = 0,78 \cdot 76 \approx 32 \text{ чол.}$$

Таблиця 3 – Кваліфікаційний склад основних робочих

Персонал	Тарифна ставка	Явочна чисельність	Облікова чисельність
апаратники	21,18	18	20
слюсарі КВПіА	25,99	6	8
начальник інженер зміни	28,88	2	4
Разом		26	32

Продуктивність праці характеризується виробленням тієї або іншої кількості продукції в одиницю часу. Зростання її – головна умова розширення виробництва і збільшення суспільного багатства.

Планування продуктивності праці здійснюється в тісному взаємозв'язку з плануванням об'ємів виробництва хімічної продукції, чисельності промислово-продуктивного персоналу, причому за рахунок зростання продуктивності праці передбачається основний приріст випуску продукції.

У грошовому вираженні продуктивність праці складе:

$$\text{ПП} = \frac{\text{С}}{\text{Ч}_{\text{об.}}}$$

де С – собівартість, грн.;

$Ч_{об.}$ – облікова чисельність, чол.

Тоді

$$ПП = \frac{339096239}{32} = 10594882,5 \text{ грн./чол.}$$

У натуральному вираженні продуктивність праці складе:

$$ПП = \frac{ВП}{Ч_{об.}}$$

де ВП – випуск продукції

$$ПП = \frac{100000}{32} = 3125 \text{ тис.шт./чол.}$$

Відповідно до статті першої закону України «Про оплату праці» заробітна плата – це винагорода, обчислена, як правило в грошовому вираженні, яку за трудовим договором власник або уповноважений їм орган виплачує працівникові за виконану роботу. Фонд оплати праці складається з наступних елементів:

- фонд основної заробітної плати;
- фонд додаткової заробітної плати;
- фонд заохочувальних і компенсаційних виплат.

Основну частину фонду заробітної плати складає зарплата тарифна, яка розраховується за формулою:

$$\Phi_{осн.} = \Phi_{тар.}$$

$$\Phi_{тар.} = T_{с.г.} \cdot T_{эф.} \cdot Ч_{об.}$$

де $T_{с.г.}$ – тарифна ставка годинна, грн.; для другого розряду $T_{с.г.2}=21,18$ грн., для третього розряду $T_{с.г.3}=25,99$ грн., для четвертого розряду $T_{с.г.4}=28,88$ грн.;

$T_{эф.}$ – ефективний фонд часу, год.; $T_{эф.}=1704$ год.;

$Ч_{об.}$ – облікова чисельність; для другого розряду $Ч_{об.2}= 7$ чол., для третього розряду $Ч_{об.3}= 22$ чол., для четвертого розряду $Ч_{об.4}= 2$ чол.

Тарифний фонд заробітної плати розраховується по кожному розряду.

Тоді

$$\Phi_{тар.2} = 21,18 \cdot 1704 \cdot 20 = 721814,4 \text{ грн.}$$

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. Инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

$$\Phi_{\text{тар.3}} = 25,99 \cdot 1704 \cdot 8 = 354295,68 \text{ грн.}$$

$$\Phi_{\text{тар.4}} = 28,88 \cdot 1704 \cdot 4 = 196846,08 \text{ грн.}$$

$$\Phi_{\text{тар.}} = \Phi_{\text{тар.2}} + \Phi_{\text{тар.3}} + \Phi_{\text{тар.4}}$$

$$\Phi_{\text{тар.}} = 721814,4 + 354295,68 + 196846,08 = 1272956,16 \text{ грн.}$$

Додатковий Фонд додаткової оплати праці розраховується за формулою:

$$\Phi_{\text{дод.}} = D_{\text{веч}} + V_{\text{від.}} + V_{\text{д.о.}} + D_{\text{шк.}}$$

де $D_{\text{веч}}$ – доплата за роботу у вечірній час,

$V_{\text{від.}}$ – оплата відпусток;

$V_{\text{д.о.}}$ – оплата часу залучення робочих до виконання держобов'язків;

$D_{\text{шк.}}$ – доплата за роботу у важких і шкідливих умовах;

Розраховуємо доплату за роботу у вечірню зміну капсулів - запальників марки КВ «Жевело». Вечірньої вважається зміна, яка передує нічний. Вечірній час 1/3 ефективного фонду часу.

Доплата за роботу у вечірній час складе:

$$D_{\text{веч}} = \frac{1}{3} \cdot \Phi_{\text{тар.}} \cdot 20\%/100\%$$

$$D_{\text{веч}} = \frac{1}{3} \cdot 1272956,16 \cdot 20\%/100\% = 84863,744 \text{ грн}$$

Доплата за роботу в шкідливих умовах розраховується за формулою:

$$D_{\text{шк.}} = \frac{\%D_{\text{шк.}}}{100\%} \cdot \Phi_{\text{тар.}}$$

де $\%D_{\text{шк.}}$ – надбавка до тарифної ставки за шкідливі умови праці; $\%D_{\text{шк.}} = 8\%$.

Тоді

$$D_{\text{шк.}} = \frac{8}{100} \cdot 1272956,16 = 101836,493 \text{ грн}$$

Сума оплати відпусток розраховується за формулою:

$$V_{\text{від.}} = Z_{\text{сер.дн.}} \cdot O \cdot Ч_{\text{об.}}$$

де $Z_{\text{сер.дн.}}$ – середньоденна заробітна плата основних робочих;

O – число днів відпустки;

$Ч_{\text{об.}}$ – облікова чисельність робочих.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. Инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Середньоденна заробітна плата основних робочих обчислюється за формулою.

$$Z_{\text{сер.дн}} = \frac{\Phi_{\text{тар}} + D_{\text{веч}} + D_{\text{шк}}}{\text{Ч}_{\text{об}} \cdot T_{\text{еф}}}$$

де $T_{\text{еф}}$ – ефективний фонд часу роботи одного середньооблікового робочого за рік.

Тоді

$$Z_{\text{сер.дн.}} = \frac{1272956,16 + 84863,744 + 101836,493}{32 \cdot 213} = 214,15 \text{ грн}$$

$$V_{\text{від.}} = 214,15 \cdot 29 \cdot 32 = 198731,2 \text{ грн.}$$

Сума оплати за час виконання державних обов'язків визначається за формулою:

$$V_{\text{д.о.}} = Z_{\text{сер.дн.}} \cdot \text{ДО} \cdot \text{Ч}_{\text{об.}}$$

$$V_{\text{д.о.}} = 214,15 \cdot 3 \cdot 32 = 20558,4 \text{ грн.}$$

де ДО – число днів на виконання державних обов'язків.

Таким чином

$$\Phi_{\text{дод.}} = 84863,744 + 198731,2 + 20558,4 + 101836,493 = 405989,837 \text{ грн.}$$

Загальний фонд оплати праці визначається за формулою:

$$\Phi_{\text{ОП}} = \Phi_{\text{осн.}} + \Phi_{\text{дод.}}$$

$$\Phi_{\text{ОП}} = 1272956,16 + 405989,837 = 1678946 \text{ грн.}$$

Середньомісячна заробітна плата розраховується за формулою:

$$Z_{\text{сер.міс.}} = \frac{\Phi_{\text{ОП}}}{\text{Ч}_{\text{об.}} \cdot 12}$$

де $\Phi_{\text{ОП}}$ – плановий фонд оплати праці;

$\text{Ч}_{\text{об.}}$ – облікова чисельність робочих;

12 – число місяців в році.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТМ-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	Лист
						65

Тоді

$$Z_{\text{сер.міс.}} = \frac{1678946}{32 \cdot 12} = 4372,255 \text{ грн}$$

Розмір відрахування в єдиний соціальний внесок визначається за формулою:

$$\Phi_{\text{с.п.}} = (\Phi_{\text{осн.}} + \Phi_{\text{дод.}}) \cdot \frac{\% \text{С.П.}}{100\%}$$

де %С.П. – розмір відрахувань в єдиний соціальний внесок %;

$$\% \text{С.П.} = 37,96\%.$$

Тоді

$$\Phi_{\text{с.п.}} = 1678946 \cdot 37,96 / 100 = 637327,902 \text{ грн}$$

Розрахунок витрат по зарплаті на калькуляційну одиницю ведеться за формулами:

$$\Phi_{\text{осн.од.}} = \frac{\Phi_{\text{осн.}}}{\text{річ.завдання}}$$

де $\Phi_{\text{осн.од.}}$ – основний фонд заробітної плати робочих, грн.;

$$\Phi_{\text{осн.од.}} = \frac{1272956,16}{100000} = 12,729 \text{ грн}$$

$$\Phi_{\text{дод.од.}} = \frac{\Phi_{\text{дод.}}}{\text{річ.завдання}}$$

де $\Phi_{\text{дод.од.}}$ – додатковий фонд заробітної плати робочих, грн.;

$$\Phi_{\text{дод.од.}} = \frac{405989,837}{100000} = 4,059 \text{ грн}$$

$$\Phi_{\text{с.п.од.}} = \frac{\Phi_{\text{с.п.}}}{\text{річ.завдання}}$$

де $\Phi_{\text{с.п.}}$ – розмір відрахувань в єдиний соціальний внесок, грн.

$$\Phi_{\text{с.п.}} = \frac{637327,902}{100000} = 6,3732 \text{ грн}$$

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взам. Інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. Инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Розрахунок непрямих витрат та матеріального балансу

За способом віднесення витрат на собівартість окремих видів продукції всі витрати діляться на прямі і непрямі.

До прямих відносяться витрати, безпосередньо пов'язані з виробництвом конкретного виду продукції і які прямо можуть бути віднесені на собівартість цієї продукції: сировина і матеріали, напівфабрикати, паливо і енергія на технологічні цілі.

До непрямих витрат відносяться витрати, пов'язані з виробництвом декількох видів продукції і їх неможливо прямо віднести на собівартість:

ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ

- витрати за утриманням і експлуатацією устаткування;
- цехові витрати;
- загальнозаводські витрати.

Ці витрати визначають непрямым шляхом.

На річне завдання сума непрямих витрат визначається за формулами:

$$\Sigma_{\text{цех.в.}} = (\Phi_{\text{осн.}} + \Phi_{\text{дод.}}) \cdot \frac{\% \text{цех.в.}}{100\%}$$

де $\Sigma_{\text{цех.в.}}$ – сума цехових витрат на річне завдання, грн.;

$\Phi_{\text{осн.}}$ – фонд основної зарплати робітників, грн.;

$\Phi_{\text{дод.}}$ – фонд додаткової зарплати робітників, грн.;

$\% \text{цех.в.}$ – розмір цехових витрат, в %; $\% \text{цех.в.} = 800\%$.

$$\Sigma_{\text{обл.в.}} = (\Phi_{\text{осн.}} + \Phi_{\text{дод.}}) \cdot \frac{\% \text{обл.в.}}{100\%}$$

де $\Sigma_{\text{обл.в.}}$ – сума витрат на обладнання;

$\% \text{обл.в.}$ – розмір витрат по обладнанню, в %; $\% \text{обл.в.} = 81\%$.

Тоді

$$\Sigma_{\text{цех.в.}} = (1272956,16 + 405989,837) \cdot 800/100 = 13431568 \text{ грн}$$

$$\Sigma_{\text{обл.в.}} = (1272956,16 + 405989,837) \cdot 81/100 = 1359946,26 \text{ грн}$$

На калькуляційну одиницю ці витрати складуть:

$$\text{Цех.в.од.} = \frac{\Sigma_{\text{цех.в.}}}{\text{річ.завдання}}$$

$$\text{Обл.в.од.} = \frac{\Sigma_{\text{обл.в.}}}{\text{річ.завдання}}$$

$$\text{Цех.в.од.} = \frac{13431568}{100000} = 134,31568 \text{ грн.}$$

$$\text{Обл.в.од.} = \frac{1359946,26}{100000} = 13,5994626 \text{ грн}$$

Розрахунок матеріального:

ХТМ-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ

Лист

68

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. Инв. №	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

- Основна сировина - природний газ Витрата: 34000000 кг
- З природного газу в результаті конверсії утворюється синтез-газ: $CO + H_2$
- Синтез-газ вступає в реакцію синтезу метанолу: $CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH$
- Виходячи з кількості витраченого природного газу (34000000 кг), розраховуємо теоретично можливий вихід метанолу:
- Вважаємо, що природний газ на 100% складається з метану CH_4
- 34000000 кг CH_4 містить 21250000 кмоль CH_4
- При конверсії утвориться 21250000 кмоль CO
- За стехіометрією на 1 кмоль CO припадає 1 кмоль CH_3OH
- Теоретично можливий вихід CH_3OH - 21250000 кмоль, або 68000000 кг
- Фактичний вихід метанолу за даними таблиці: 300000 кг
- Конверсія метану в метанол становить: $300000 / 68000000 \times 100\% = 0,44\%$

Висновок: з 34000000 кг метану вдалося перетворити лише 0,44% в 300000кг метанолу.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. Инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

Калькуляція собівартості

Калькуляція собівартості є важливим елементом управління витратами на підприємстві. Вона являє собою розрахунок витрат на виробництво та реалізацію одиниці продукції чи послуг.

Існують різні методи калькулювання собівартості:

Простий (попередільний). Собівартість розраховується окремо за стадіями (переділами) технологічного процесу.

Позамовний. Витрати обліковуються окремо за кожним замовленням чи договором.

Нормативний. Використовуються норми витрат на матеріали, зарплату тощо.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	Лист
						69

Стандарт-кост. Собівартість калькулюється на основі попередньо встановлених стандартів.

Для обчислення собівартості враховуються прямі витрати, пов'язані безпосередньо з виробництвом продукції (матеріали, зарплата основних робітників тощо) та непрямі (загальновиробничі) витрати (оренда, амортизація обладнання тощо).

Калькуляція дає змогу аналізувати структуру собівартості, виявляти резерви для її оптимізації та приймати обґрунтовані управлінські рішення щодо ціноутворення і асортименту продукції.

Таблиця 4 – Орієнтовна калькуляція собівартості продукції

Найменування статей калькуляції	На калькуляційну одиницю	На річне завда ння
	Сума, грн.	Сума, грн.
1 Сировина і матеріали	60,663.1 5	2,507, 150,000
2 Транспортно-заготівельні витрати	411,864 61	41186 461
3 Енерговитрати	300	30000 000
4 Фонд основної заробітної плати	12,729	1359946,26
5 Фонд додаткової зарплати	4,059	405989,837
6 Відрахування в єдиний соціальний внесок	6,3732	637327,902
7 Витрати на устаткування	134,315 68	1359946,26
8 Цехові витрати	13,5994	13431568

Попл. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. Инв. №	
Попл. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ

Лист

70

	626	
Разом собівартість	643537,	33909
	6727	6239

Техніко-економічні показники виробництва, що проектується

На основі виконаних розрахунків складаємо таблицю техніко-економічних показників проектованої ділянки виробництва.

Таблиця 12 – Техніко-економічні показники проектованої ділянки виробництва

Найменування показника	Одиниця вимірювання	Цифрові дані
1 Річний випуск продукції:		
- у натуральному вираженні	т	1000
- у вартісному вираженні	грн.	339

ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ

Лист

71

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата

		096239
2 Облікова чисельність робочих	чол.	32
3 Фонд оплати праці	грн.	167 8946
4 Середньомісячна зарплата	грн.	437 2,255
5 Продуктивність праці:		
- у натуральному вираженні	шт./чол	312, 5
- у вартісному вираженні	грн./чо л.	105 94882,5
6 Собівартість одиниці продукції	грн.	643 537,6

Висновок

Під час виконання цієї магістерської роботи було проведено детальний аналіз технологічного процесу виробництва метанолу за тиску 5 МПа.

Було досліджено каталітичні реакції перетворення оксиду вуглецю і водню на метанол, визначено оптимальні параметри температури, складу сировини і каталізаторів. Експериментально показано можливість досягнення 83% виходу метанолу в запропонованому реакторі з нерухомим шаром каталізатора.

Проведено техніко-економічний аналіз проекту установки продуктивністю 100000 тонн метанолу на рік.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата

Таким чином, під час виконання магістерської роботи значно розширено фундаментальні знання про рентабельний промисловий синтез метанолу за підвищеного тиску. Перспективність економічних показників підтверджує доцільність подальшої оптимізації розробленого технологічного процесу і реакторної установки з метою великомасштабного виробництва метанолу для зростаючих промислових потреб.

Література

1. Технологія синтетичного метанолу(Автор(и): Караваєв М. М., Леонов В. Є., Попов І. Г., Шепелєв Є. Т.)
2. Комплекс отримання синтез-газу(автор: Ю.А. Загашвілі)
3. Загальна хімічна технологія(автор: А.Е. Кутепов)
4. "Синтез метанола" (автор В.М. Капустина)
5. <https://owen.ua>
6. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Метанол>
7. <https://www.mdpi.com/2073-4344/11/8/1081>
8. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878535221000839>
9. <https://science.lpnu.ua/uk/jcct/vsi-vypusky/vypusk-12-nomer-1-2018/synteZ-metanolu-z-metanu-v-kavitaciyному-poli>
10. <https://www.cpts.com.ua/index.php/cpts/article/download/555/558>

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ	Лист
											73

11. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B3%D0%B0%D0%B7
12. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D0%B3%D1%96%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8_%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B7%D1%96%D1%97
13. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%84%D0%B0%D1%82%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0
14. <https://ukrspecavtomat.com.ua/products/pid-regulyator-trm101/>
15. <https://belimo.com.ua/shop/zaporno-reguliruyushhaya-armatura-s-elektroprivodami/sedelnye-klapany/belimo-h6-s-par/>
16. <https://boiler.ua/klapan-reguliruushchiy-ldm-rv111-r2-t-kvs4-s-elektroprivodom-ant3-5.20-chugunnyy-du-15/>
17. <https://www.truba.ua/ua/proizvodstvo/101430-pd100-111-171-181-datchiki-davleniia-obshchepromyshlennye>
18. <https://res.ua/peretvoryuvach-tisku-pd100-di-10-111-05-1mpakl-05-oven.html>
19. <https://aqteck.com.ua/ua/pryvidna-tehnika/pchv3-peretvorjuvach-chastoty-vektornyj>
20. <https://www.flexim.com/ru/product/fluxus-g831>
21. <https://aqteck.com.ua/ua/datchyky/pdu-i-poplavkovi-datchyky-rivnja-z-analogovym-vhidnym-sygnalom-4-20-ma>
22. <https://aqteck.com.ua/ru/ustrojstva-svjazi/avtomaticheskij-preobrazovatel-interfejsov-rs-232-rs-485-oven-as3-m>

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ХТМ-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ

Лист

74

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ХТм-21ш.161.25.МР.01.00.00.00.ПЗ