

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ
СІКОРСЬКОГО»

Інженерно-хімічний

(повна назва інституту/факультету)

Автоматизація хімічних виробництв

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

А.І.Жученко

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ ___ ” червня 2019 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

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

(код і назва)

на тему: «Автоматизація процесу виробництва глинозему методом спікання»

Виконала: студентка 4 курсу, групи ЛА-52

(шифр групи)

Невмкржицький Андрій Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник доцент, к.т.н., Ковалевський В. М.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант Охорона праці доцент Ковтун І. М.

(назва розділу)

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

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

Студент

(підпис)

Київ – 2019 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДП 5210. 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	72	
3	A1	ДП 5210. 01.000 СхА	Схема Автоматизації гідроочищення гасу з використанням високотемпературної сепарації	1	
4	A1	ДП 5210. 02.000 СхЕ	Принципова електрична схема дистанційного керування та аварійного захисту електродвигунів	1	
5	A1	ДП 5210. 03.000 СхМк	Монтажно-комутаційна схема системи дистанційного керування, аварійного захисту і технологічних блокувань електродвигунів	1	
6	A1	ДП 5210.04. 000 ПрСх	Принципова електрична схема технологічної сигналізації контрольованих параметрів	1	
6	A1	ДП 5210.05. 000 СхЕл	Принципова електрична схема технологічних блокувань до регулювальних клапанів	1	
6	A1	ДП 5210.06. 000 МнСх	Схема монтажно-комутаційних з'єднань до принципової електричної схеми технологічних блокувань сигналу для регулюючих клапанів	1	
6	A1	ДП 5210.07. 000 СхЕл	Схема монтажно-комутаційних з'єднань	1	

			до принципової електричної схеми дистанційного керування аварійного захисту та технологічних блокувань електромоторів		
--	--	--	--	--	--

				ДП 5210.00.000.00		
	ПІБ	Підп.	Дата		Лист	Листів
Розробн.	Невмерж ицький А. М.			Відомість дипломного проекту	1	1
Керівн.	Ковалевс ький В. .					
Консульт.	Ковтун І. М.				НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» Каф. <u>АХВ</u> Гр. <u>ЛА-52</u>	
Н/контр.	Кваско Е. М.					
Зав.каф.	Жученко О. А.					

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: «Автоматизація гідроочищення газу з використанням
високотемпературної сепарації»

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»**

Інститут (факультет) _____ Інженерно-хімічний _____
(повна назва)

Кафедра _____ автоматизації хімічних виробництв _____
(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Жученко А.І.
(підпис) (ініціали, прізвище)

«___» _____ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Невмержицькому Андрію Михайловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Автоматизація гідроочищення гасу з використанням високотемпературної сепарації»,

керівник проекту Ковалевський В.М. к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

2. Термін подання студентом проекту _____ 13 червня 2019 року _____

3. Вихідні дані до проекту температура у трубчастій печі – 480°C, температура на виході з конденсатора-холодильника – 70°C, температура низу у стабілізаційній колоні – 350°C, температура у теплообміннику нагрівання газосировинної суміші – 105°C, тиск у реакторі 3,9 МПа.

4. Зміст пояснювальної записки а) основна частина – опис технологічної схеми, розробка схеми автоматизації, математичне моделювання процесів у конденсатор-холодильнику, синтез системи керування;

б) охорона праці – аналіз небезпечних ситуацій, виробничого шуму, хімічного складу робочої зони, виробничого освітлення, електробезпеки та пожежної безпеки

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): схема автоматизації; схема принципова електрична; схема монтажно-комутаційна до технологічних блокувань двигунів; плакати.

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	доц. Ковтун І.М.	26.04	26.05

7. Дата видачі завдання 22 лютого 2019 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Опис технології гідроочищення гасу з використанням високотемпературної сепарації	10.05.2016	
2	Розробка системи автоматизації	14.05.2019	
3	Синтез системи керування	18.05.2019	
4	Моделювання об'єкта	19.05.2019	
5	Розробка креслень	23.05.2019	
6	Аналіз небезпечних ситуацій	24.05.2019	

Студент

_____ (підпис)

А.М. Невмержицький

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

_____ (підпис)

В.М. Ковалевський

(ініціали, прізвище)

Реферат

Дипломний проект бакалавра на тему: «Автоматизація гідроочищення гасу із використанням високотемпературної сепарації» містить пояснювальну записку об'ємом 73 сторінок, специфікацію для схеми автоматизації об'ємом 9 сторінок, 3 листа креслень форматом А1 та плакати.

Пояснювальна записка містить 5 розділів, 2 додатка та 9 літературних джерел.

В дипломному проекті бакалавра виконаний аналіз технологічної схеми процесу гідроочищення гасу із використанням високотемпературної сепарації, як об'єкта автоматизації. Розроблено схему автоматизації для цього ж процесу та принципово-електричну схему дистанційного керування, аварійного захисту і технологічних блокувань.

В роботі розглянуто особливості роботи конденсатора-холодильника, як об'єкта керування. Для цього ж апарату розроблені математичні моделі статичного та динамічного режимів роботи. За допомогою цих моделей виконані розрахунки статичних характеристик по каналам збурення і керування. Виконаний розрахунок надійності системи стабілізаційної колони, та проаналізовані шляхи її покращення. В цьому ж розділі зроблені висновки та рекомендації по використанню регуляторів щодо налаштування конденсатор-холодильника.

При виконанні дипломного проекту були використані методи теорії автоматичного керування, математичного моделювання.

Основні результати роботи можуть бути використані для попередньої оцінки параметрів налаштування реальних систем керування.

Ключові слова: гідроочищення, гас, , стабілізаційна колона, конденсатор-холодильник, керування, регулятор, автоматизація, математична модель, надійність.

Abstract

Bachelor's diploma work on the topic: "Automation of the kerosene hydrotreating using high-temperature separation" includes an explanatory note, which contains 73 pages, specification to the function scheme, which consists of 9 pages, 3 pages of drawings of A1 format and wall charts.

The explanatory note contains 5 sections, 2 appendix and 9 literary sources.

The analysis of the function scheme of the kerosene hydrotreating using high-temperature separation as an automation object is carried out in a bachelor's diploma project. The automation function scheme is developed for this process and principally electric circuit with a remote control, emergency protection and process interlocks.

The peculiarities of the condenser-refrigerator operation, as a control object, are considered in the work. The mathematical models with the static and dynamic operational conditions are developed for this device. The calculations of the static characteristics considering disturbance and control channels are carried out with the help of these models. The reliability calculation of the stabilization column system is performed and the ways of its improvement are analysed. The conclusions and recommendations considering adapters from condenser-refrigerator usage are made in this section.

The methods of automatic control theory, mathematic simulation were used during the work on the diploma project.

The main results of the work can be used for a prior estimate of instrument settings of the real control systems.

Key words: hydrotreating , kerosene , stabilization column, condenser cooler , control, controller , automation, mathematical model reliability.

ВСТУП

Актуальність моєї теми визначається тим що гас – є одним із найважливіших продуктів на сьогодні. У свій час широко використовувався в газових лампах і ліхтарях, а також як одне із дешевих палив для тракторів. Під час паливних криз він використовувався замість бензину в деяких автомобілях. Після поширення електричного освітлення гас звісно став менш популярним, але все ще використовується у не дуже розвинених країнах світу. Він застосовується як паливо в примусах та в переносних туристичних печах. На даний момент часу, гас застосовується як паливо навіть для ракетних двигунів. Іноді використовується як додаткова добавка в дизельному паливі, щоб запобігти гелеутворенню при низькій температурі. Тому що його температура полум'я при згорянні у вільному повітрі досить низька і не несе такої небезпеки. Саме тому, гас використовують у циркових виставах по цей день, наприклад, при жонглюванні вогнем. Як вказано було вище, велика кількість гасу використовується у реактивних двигунах, а саме в двигунах літаків.

Актуальність автоматизації процесу очищення гасу полягає у тому, щоб отримати найбільш якісний продукт, адже на нього не буде впливати людський фактор, а також забезпечити зменшення відсотку ресурсозатрати на виробництвах.

Задача мого дипломного проектування полягає в тому, щоб розробити систему автоматизації процесу гідроочищення гасу з використанням високотемпературної сепарації, підібрати до неї технічні засоби автоматизації та оптимізувати витрату та ефективність на виробництві.

					ДП 52.10. 00.000.ПЗ	7
3	А	№ докум.	Під	Д		

1. ПЕРЕДПРОЕКТНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ГІДРООЧИЩЕННЯ ГАСУ З ВИКОРИСТАННЯМ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОЇ СЕПАРАЦІЇ

1.1. Використання гасу та його особливості

Гас (керосин) - це масляниста, легкозаймиста блідно-жовта або взагалі безбарвна рідина з неприємним характерним запахом. Його можна отримати з нафти і використовують гас для спалювання в домашніх лампах і нагрівачах, як паливо або компонент палива для реактивних двигунів літаків, а також як розчинник для різних видів мастил.

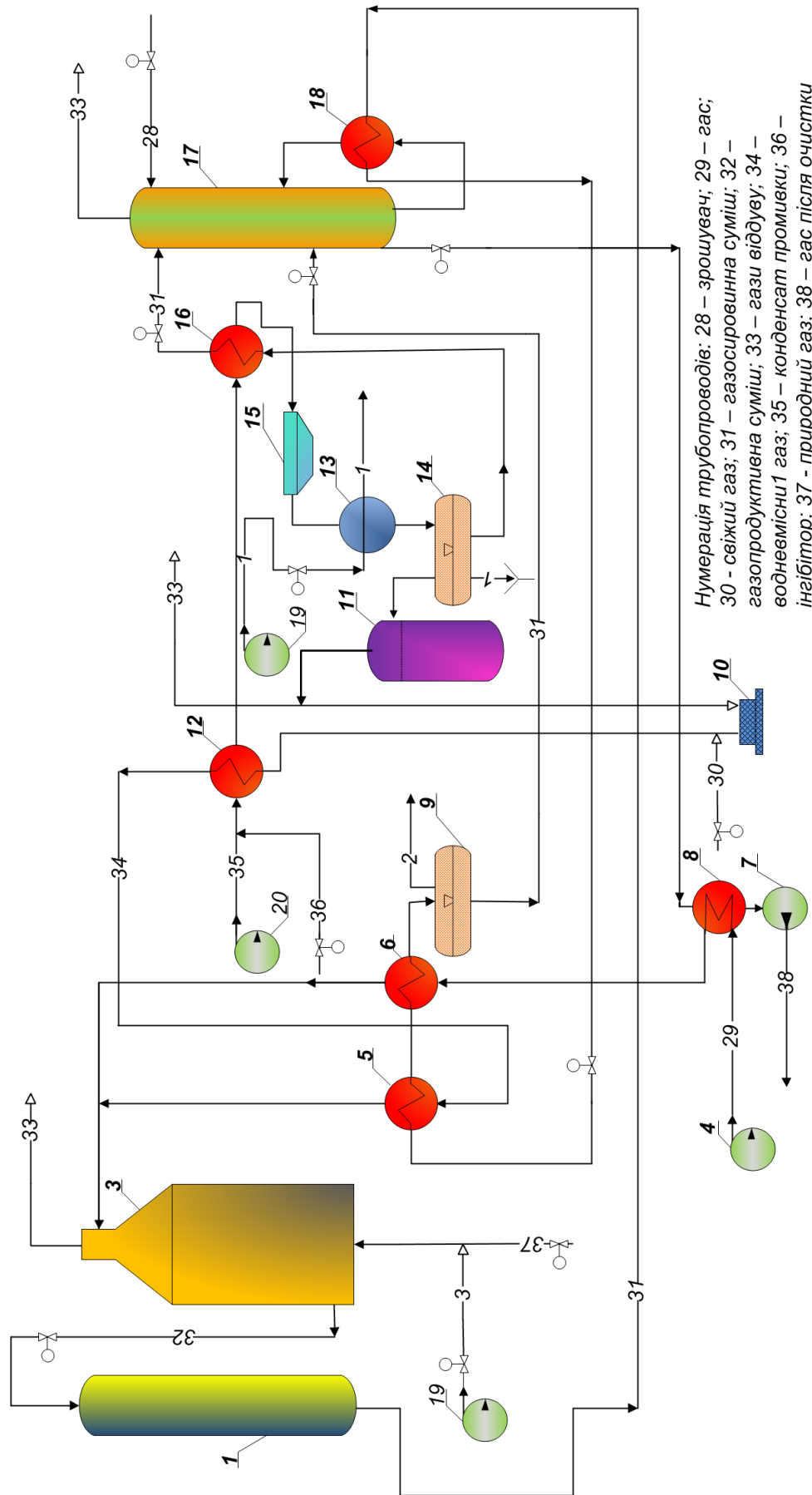
Маючи питому теплоємність $C = 2140$ та густину $\rho = 800$ кг/м³ гас вважається одним з так званих середніх дистилятів сирової нафти, тому що має точку кипіння в межах між 150 і 300 °С.

Хімічно, гас є сумішшю вуглеводнів; хімічний склад залежить від його джерела, але зазвичай складається близько у 8-10 різних вуглеводнів, кожен з яких містить від 10 до 16 атомів вуглецю в молекулі. Основними його компонентами є насичені нерозгалужені і розгалужені парафіни, а також кільцеві циклопарафіни. Гас становить температуру спалаху біля 38 °С або вище, тому він менш леткий, ніж бензин. І саме ця властивість робить гас відносно безпечним для зберігання і обробки на виробництві.

1.2. Опис технологічної схеми процесу гідроочищення гасу з використанням високотемпературної сепарації

У моєму дипломному проєкті розглядається розробка схеми автоматизації процесу гідроочищення гасу з використанням високотемпературної сепарації. Установа гідроочищення[1], показана на рис. 1.1, забезпечує зниження масової частки сірки в сировині - гасі - з 0,166 до менш ніж 0,001 %. Пропускна здатність установки за сировиною складає 3975 м³/добу; об'єм каталізатора в реакторі - 156 м³, внутрішній діаметр реактора — 3,81 м.

					ДП 52.10. 00.000.ПЗ	8
3	А	№ докум.	Під	Д		



Нумерація трубопроводів: 28 – зрошувач; 29 – гас;
 30 – свіжий гас; 31 – газосировинна суміш; 32 –
 газопродуктивна суміш; 33 – гази віддує; 34 –
 водневмісний гас; 35 – конденсат промивки; 36 –
 інгібітор; 37 – природний гас; 38 – гас після очистки

Рис. 1.1. Технологічна схема процесу гідроочищення гасу із застосуванням високотемпературної сепарації:
 1 – реактор; 2 – каталізатор; 3 – трубчаста піч; 4, 7 – насоси; 5, 6, 8, 12, 16 – теплообмінники; 9, 14 – сепаратор; 10 –
 компресор; 11 – приймач; 13 – конденсатор-охолодильник; 15 – апарат повітряного охолодження; 17 – стабілізаційна
 колона; 18 – кип'ятильник

3	A	№ докум.	Під	Д
---	---	----------	-----	---

Сировина насосом 4 підводиться через теплообмінники 6 і 8 у лінію змішування та є заздалегідь нагріта у теплообмінниках 5 та 12 водневмісним газом. Отримавши газосировинну суміш вона проходить змішувальну печі 3 та з температурою приближеною до 480 °С надходить у реактор 1 з нерухомим шаром каталізатора 2. Вийшовши зі споду реактора, газосировинна суміш проходить етап охолодження послідовно в кип'ятильнику 18, теплообмінниках 6 (температура близько 105 °С) та 5 (температура близько 125 °С) і після цього надходить до сепаратора 9.

Тут, у високотемпературному сепараторі 9, суміш розділяється на дві фази на рідку і газопарову. Рідка фаза, являє собою гідроочищений газ із розчиненими в ньому газами і фракціями бензину (відгін), після сепаратора 9 піддається фізичній стабілізації в колоні 17.

Суміш газів і пари після виходу із сепаратора 9 послідовно охолоджується в з'єднаних теплообмінниках 16 і 12. Перед входом у теплообмінник 12 у суміш упорскуються розчин інгібітору корозії та конденсаційна вода, тому що ділянка від теплообмінника 12 і до конденсатора-холодильника 15 найбільш схильна до окиснення (корозії) кислим сульфідом амонію.

Підведена з водяного конденсатора-холодильника 13 трифазна суміш розділяється при температурі близько 70 °С у низькотемпературному (холодному) сепараторі 14. Вуглеводневий конденсат відстояний від води, що складається переважно з легких газових і бензинових фракцій, після виходу із сепаратора 14 підігрівається в теплообміннику 16 і проходить у стабілізаційну колону 17. Відхідний водневмісний газ із сепаратора 14, пройшовши приймач 11 з краплевідбійником, стискується компресором 10 приблизно до 3,9 МПа і проходить змішування зі свіжим газом – так сказати технічним воднем. Після нагріву в теплообмінниках 5 і 12 суміш газів

					ДП 52.10. 00.000.ПЗ	10
3	А	№ докум.	Під	Д		

приєднується до нагрітої сировини. Зі стабілізаційної колони 17 зі споду виходить - очищений гас, а зверху пари відгону та газу. Колони витримується таким режимом роботи, щоб отримати продукт з потрібною нам температурою спалаху. Температура низу цієї колони становить десь 350°C. Перед теплообмінником 12 у потік гарячої газопарової суміші знову впорскуються вода і розчин інгібітору. Далі ця суміш надходить у теплообмінник 12. І вже у гарячому сепараторі 9 газосировинна суміш розділяється за дещо вищої температури.

1.3. Аналіз процесів у стабілізаційній колоні як об'єктів керування

Стабілізаційна колона має призначення для відділення нестабільної легкої бензинової фракції вуглеводнів, тому тиск у такій колоні підвищений. Ця колона має 2 виходи і 4 входи. Унизу 2 потоки газосировинної суміші, а зверху колони входять інгібітор корозії та зрошувач. Внизу колони на вихід отримуємо очищений гас (саме цей продукт, нас цікавить найбільше), а зверху – відходи від нашого зрошування. Колона стабілізації – це об'єкт із розподіленими параметрами, так як вона має великий розмір та багато входів, а також в колоні температура знизу і зверху частково відрізняється.

Колона стабілізації має великі габарити та є дуже інерційним об'єктом, так як пропускає через себе велику кількість сумішей та рідин, які повинні пройти 14 тарілок зверху донизу. Робимо висновок для того, щоб змінити хоча б один із параметрів знадобиться певний час.

На стабілізаційну колону впливає багато параметрів, що відіграють важливу роль у процесах багатопараметричної колони. Успішної реакції колони мають такі умови: високий тиск, проходження через тарілки колони, температура не нижче заданої.

Одним із основних завдань стабілізаційної колони є – очистка гасу від інших речовин, які в нього потрапили і отримання максимально якісного гасу на виході, з вмістом сірки не більше ніж 0,001%. Оцінити якість можна за

					ДП 52.10. 00.000.ПЗ	11
3	А	№ докум.	Під	Д		

допомогою опосередкованих та безпосередніх вимірів вихідних величин. Але, як відомо за емпіричними даними, високу температуру знизу колони (350 °С) забезпечує саме якість, тиск та правильна пропорція з додавання інгібітору корозії та зрошувача .

Окрім того, ми керуємо температурою у колоні за допомогою подачі відповідних речовин: зрошувача, газосировинної суміші, інгібітору корозії.

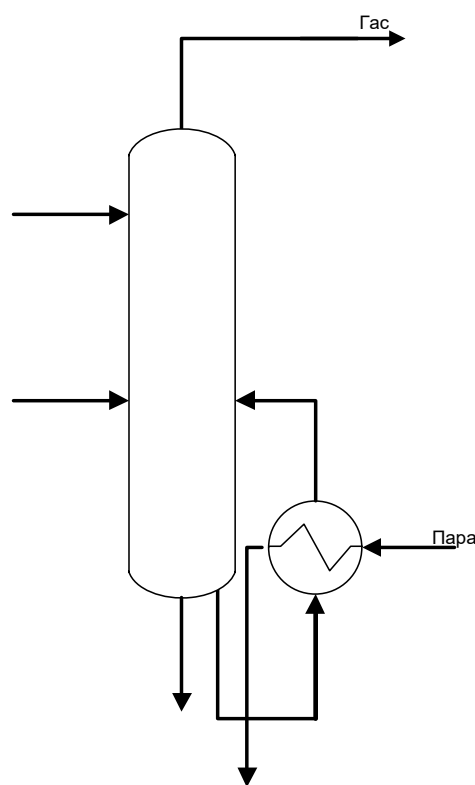


Рис 1.2 Стабілізаційна колона

Від висоти викиду залежить ступінь забруднення атмосферного повітря. Якщо створити область зниженого тиску (зона аеродинамічній тіні) при вітровому потоці повітря, направленому над дахом, на будівлю і забудівлю. Всередині цієї зони виникне циркуляція повітря і в результаті якої, в зону втягується газові викиди та пил. Тому всі організовані викиди повинні направлятися вище цієї зони. При цьому приземні концентрації шкідливих речовин можуть бути зменшені до 6 разів [2].

Для того щоб зменшення викиди вуглеводнів необхідно постійно контролювати трубопроводів, герметичність колони, що з'єднуються з нею і т.д. Окрім того, на виробництві повинні бути встановлені відповідні фільтри.

1.4. Системи керування процесами у стабілізаційній колоні

Розглянемо систему автоматизації колони стабілізації фракції НК - 350°C установки гідроочищення У.1-732 Астраханського ГПЗ [3]. При порушенні режиму роботи стабілізаційної колони, як правило погіршуються показники кінцевої якості продукту - змінюється густина і температура спалаху, змінюється фракційний склад, збільшується відсотковий вміст залишкової сірки, саме тому необхідний контроль над параметрами колони і підтримання їх постійно на оптимальному рівні.

Установка гідроочищення У-1.732 призначена для очищення фракції НК-350°C від сірчистих сполук методом гідрування в середовищі водневмісного газу (ВВГ) на алюмокобальтмолібденовом катализаторі при температурі до 395 ° С і тиску 3.7 ÷ 3.9 МПа з отриманням:

- гідрогенізату який повинен стабільно становити вміст сірки 0,09%;
- сірководню;
- вуглеводневого газу.

До складу установки входять об'єкти У -1.732 (ГО) і У-1.733 - промпарк установки гідроочищення (3 резервуари по 2 тис. м³ кожен). Продуктивність по сировині - 2070 тис. т / рік (фракція НК-350°C).

Після чого нестабільний гідрогенізат підігрівається потоком парогазової суміші, змішується з нестабільним гідрогенізатом і з температурою до 1700С і тиском 1,1 МПа направляється на 14 тарілку стабілізаційної колони, де з нього ми вже виділяємо: воду, бензин, сірководень, , вуглеводневий газ. Після чого рівень у колоні регулюється.

Насосом збирає частину стабільного гідрогенізату знизу колони і направляють у теплообмінник, де потім нагрівають до температури 2400°C, і подають униз колони для підтримки потрібного нам температурного режиму.

Збалансована кількість стабільного гідрогенізату віддає своє тепло в теплообмінниках, після чого в повітряному холодильнику виводиться з установки з температурою 500° С. На виході з установки температура стабільного гідрогенізату регулюється приладом.

З верху колони йдуть пари бензину, води і вуглеводневий газ з сірководнем. Після охолодження в повітряному конденсаторі-холодильнику і в водяних холодильниках до температури, яка регулюється відповідним приладом, суміш надходить в сепаратор, де відбудеться відділення вуглеводневого газу від рідкої фази. Вуглеводневу рідку частину з сепаратора забираємо насосом і подаємо на зрошення в нашу стабілізаційну колону.

Після чого вимірюємо на виході з установки сумарну витрату стабільного гідрогенізату, концентрацію загальної сірки, температура спалаху, густину.

Наведемо опис функціональної схеми автоматизації із іншого джерела [4].

В системі автоматизації реалізовані наступні основні контури регулювання:

- Каскадна система регулювання змісту загальної сірки в стабільному гідрогенізат.
- Каскадна система регулювання температури верху стабілізаційної колони
- Одноконтурна система регулювання рівня в стабілізаційної колоні.

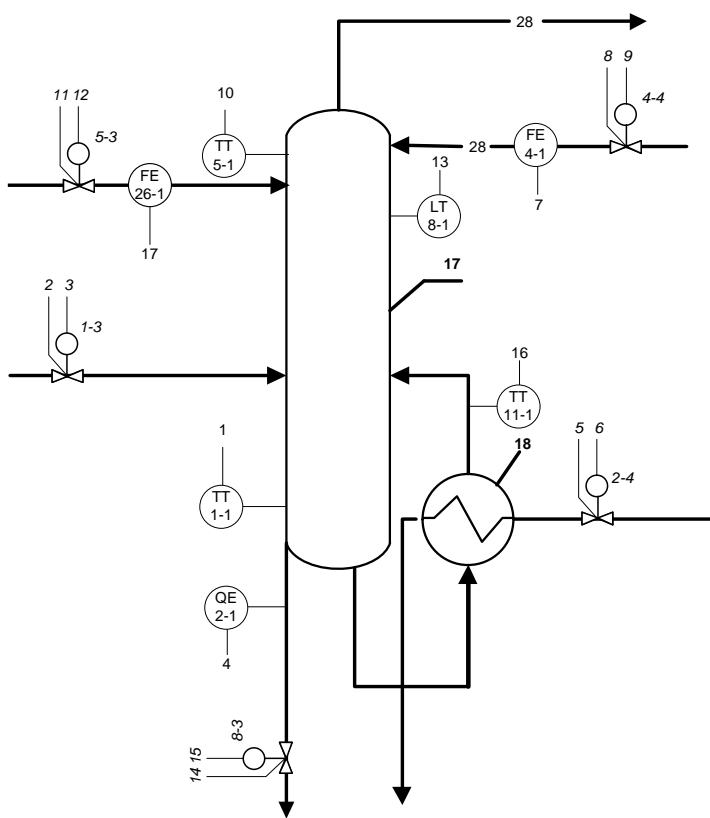
Передбачений контроль і реєстрація наступних технологічних параметрів:

- Температура стабільного гідрогенізату.

- Температура живлення стабілізаційної колони (нестабільний гідрогеніза́т).

З сепаратора нестабільний гідрогеніза́т надходить на вхід стабілізаційної колони. Нашу температуру живлення колони вимірюємо датчиком температури поз.11-1 з видачею показань на ЕОМ.

В колоні рівень вимірюється датчиком рівня поз.8-1, який виробляє струмовий уніфікований сигнал надходить на вхід регулятора рівня поз.8-3. Регулятор виробляє керуючий сигнал, що проходить через електропневматичний перетворювач поз.8-5 на виконавчий механізм поз.8-6.



Нумерація трубопроводів:
 28 – зрошувач;
 29 – газ;
 30 – свіжий газ;
 31 – газосировинна суміш;
 32 – газопродуктивна суміш;
 33 – гази віддуву;
 34 – водневмісний газ;
 35 – конденсат промивки;
 36 – інгібритор.

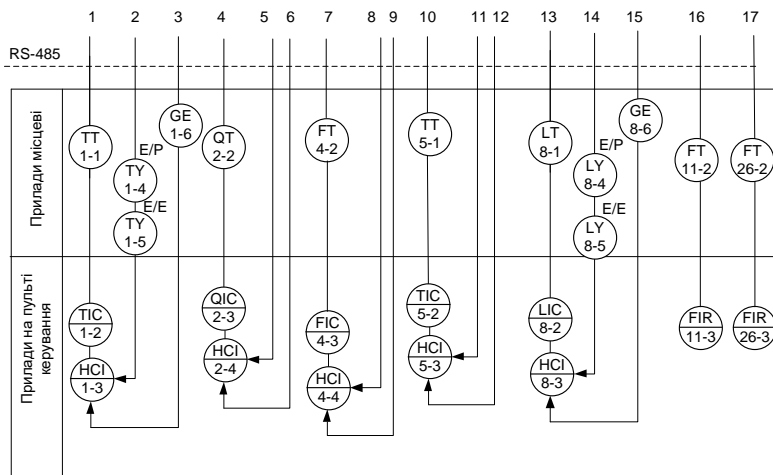


Рис. 1.3. Функціональна схема автоматизації процесу стабілізаційної колони

Знизу колони відбирається стабільний гідрогенізат, в потоці якого вимірюється вміст загальної сірки сіркоаналізатором поз.2-1. Аналізатор створює струмовий уніфікований сигнал, який надходить на регулятор концентрації поз. 2-3. З регулятора керуючий сигнал концентрації надходить на регулятор температури що знаходиться внизу колони поз.1-3 як завдання. Також на регулятор температури надходить сигнал від датчика температури поз.1-1. Регулятор температури відповідно до цих сигналів виробляє керуючий сигнал, який через електропневматичний перетворювач поз.1-5 надходить на виконавчий механізм поз. 1-6.

Температура регулюється зверху колони зміною витрати зрошення. Датчик температури поз.5-1 виробляє струмовий уніфікований сигнал, який надходить на регулятор температури поз.5-3. Керуючий сигнал з регулятора температури надходить на регулятор витрати зрошення колони поз.4-3 як завдання. Від датчика витрати поз.4-1 на регулятор витрати надходить сигнал. Відповідно до цих сигналів регулятор витрати виробляє керуючий сигнал, який через електропневматичний перетворювач поз.4-5 надходить на виконавчий механізм поз. 4-6.

Щоб запобігти сірководневій корозії у наш потік зрошення додаємо інгібітор корозії. Після чого нашу витрату інгібітору вимірюється датчиком витрати поз.26-1 з видачею сигналу на ЕОМ.

Зробимо певні висновки проаналізувавши наведені схеми щодо застосування їх у нашій системі автоматизації. Схема, яку я навів на рис. 1.4. – дозволяє нам контролювати значну кількість змінних (густина, концентрація, температура). На схемі, що зображена мною на рис. 1.3. – ми бачемо: вимірювання витрату зрошувача, інгібітору, рівень, температуру верху колони, гасу, що іде на повторну очистку, внизу колони та визначення якості очищеного гасу за допомогою концентроміра. Ці дві схеми ми

					ДП 52.10. 00.000.ПЗ	16
3	А	№ докум.	Під	Д		

можемо застосувати у нашому процесі, але, у нас також одні із завдань є зниження собівартість виробництва та підбір оптимальних співвідношень ціни і якості. Тому, із запропонованих варіантів ми будемо використовувати підтримування рівня у колоні, витрату зрошувача, температуру гасу, що іде на повторну очистку та температуру вниз колони (вона буде слугувати як індикатор якості).

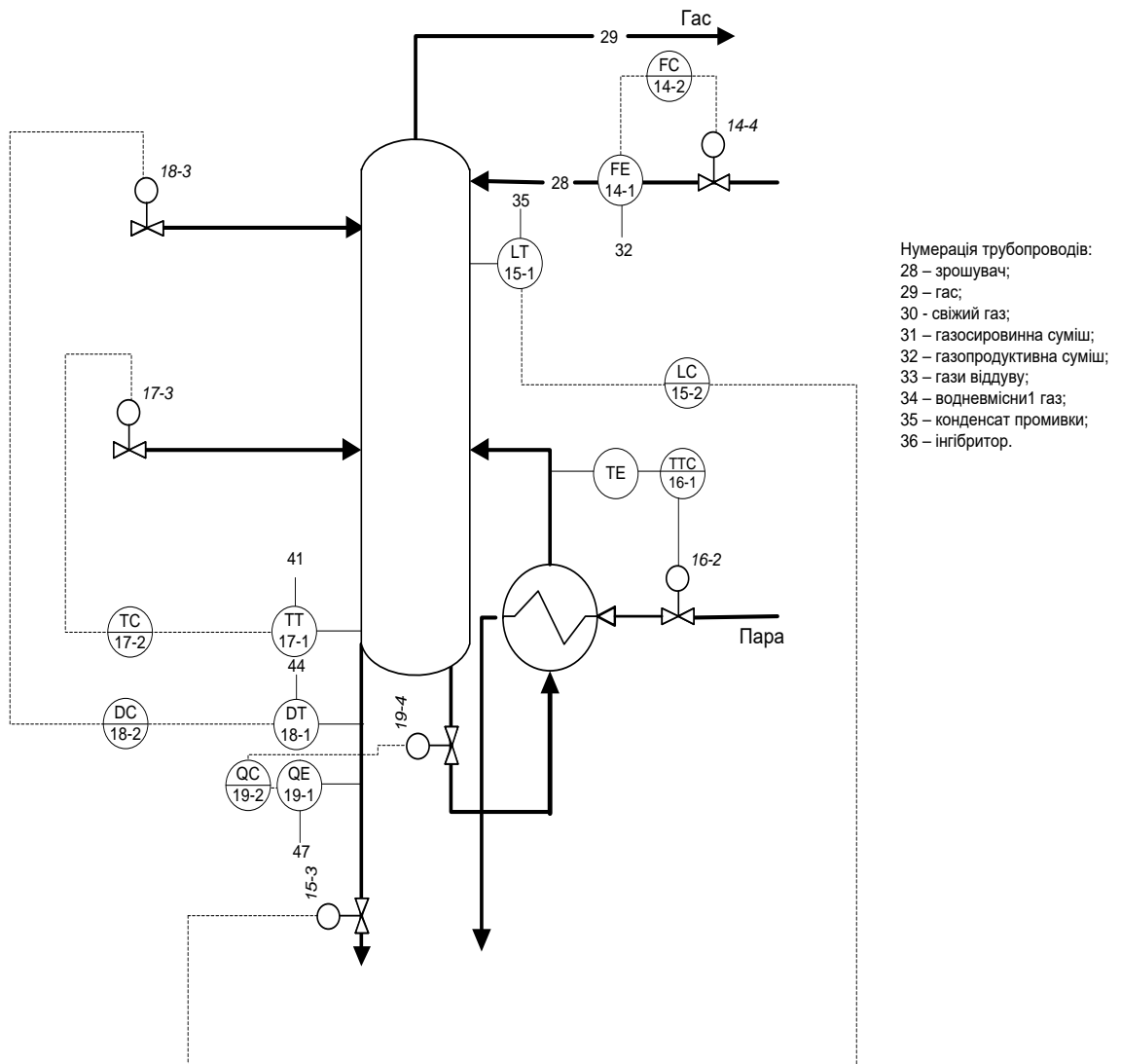


Рис. 1.4. Схема автоматизації стабілізаційної колони

3	A	№ докум.	Під	Д	ДП 52.10. 00.000.ПЗ				
					17				

1.5. Основні задачі на дипломне проектування

Основними завданнями дипломного проекту є проектування системи автоматизації, щоб:

- забезпечити вимоги щодо якості вихідної продукції;
- підвищити надійність і безпеку на виробництві.

Для розв'язання цих задач треба виконати наступне:

1. визначення структури системи і технічних засобів автоматизації;
2. провести моделювання теплообмінного процесу у конденсатор-холодильнику;
3. налаштувати параметри регулятора у системних процесах керування у конденсаторі-холодильник;
4. збільшити надійність вимірів у стабілізаційній колоні;
5. Застосувати максимальних заходів із забезпечення охорони праці на нашому виробництві;

2. РОЗРОБКА СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

2.1 Розробка структури системи керування

2.1.1. Структура контурів контролю та керування

У процесі гідроочищення гасу з використанням високотемпературної сепарації необхідно забезпечувати автоматичний контроль та керування технологічних параметрів таких як температура в різних точках процесу, витрати, якості та рівні на апаратах.

Контроль необхідно забезпечувати з метою отримання продукту необхідної якості, контрольовані параметри обов'язково повинні бути в межах встановленого технологічного регламенту процесу.

Призначення системи автоматичного регулювання полягає в забезпеченні стабілізації якості очищеного гасу й зниження витрати вихідних реагентів при заданій продуктивності. Інакше кажучи, ця система призначена для підтримки параметрів в різних апаратах процесу.

Враховуючи особливості технологічного процесу гідроочищення гасу з використанням високотемпературної сепарації слід забезпечити автоматичний контроль та керування таких параметрів:

- Тиску у реакторі 1 (у межах 3,87 ... 3,92 МПа);
- Витрата повітря, що йде на вхід трубчастої печі 3;
- Витрата природнього газу, що надходить на вхід у трубчасту піч 3 що керується рівнем відкриттям клапану, що регулює подачу повітря;
- Температуру у реакторі 1;
- Температуру у трубчастій печі 3 (не нижче 480 °С) що керується надходженням природнього газу у піч;
- Температуру на вхід у теплообмінник 5 (не нижче 105 °С) ;
- Температуру на вхід у теплообмінник 6 (не нижче 125 °С), в якому ми керуємо рівнем відкриття клапану, по якій іде газосировинна суміш у теплообмінник 5;

- Витрату конденсату промивки, що надходить у теплообмінник 12;
- Витрату інгібітору, що надходить у теплообмінник 12, що керується рівнем відкриття клапану, та регулюється за співвідношенням подачі конденсату промивки;
 - Витрату свіжого гасу, що подається у теплообмінник 12, та керується рівнем відкриттям клапану;
 - Тиск на виході з компресора 10 (3,3 МПа);
 - Температуру на виході з конденсатора-холодильника 13 (70 °С), що керується рівнем відкриття клапану та регулює подачу холодної води;
 - Витрату зрошувача, що йде у стабілізаційну колону 17 та регулюється рівнем відкриттям клапану;
 - Рівнем суміші, що заповнює стабілізаційну колону 17 та керується ступенем відкриттям клапану;
 - Температуру на виході з теплообмінника 18 (не нижче 350 °С), яка керується за допомогою клапана подачі газосировинної суміші;
 - Температури знизу стабілізаційної колони 17 (350 °С), яка керується ступенем відкриття клапана подачі газосировинної суміші;
 - Тиском на виході з насоса 4;
 - Тиском на виході з насоса 7;
 - Тиском на виході з насоса 19;
 - Тиском на виході з насоса 20;

2.1.2. Структура системи дистанційного керування і аварійного захисту електродвигунів

У процесі гідроочищення гасу з використанням високотемпературної сепарації ми маємо 5 насосів та 1 компресор. Враховуючи принцип роботи цих пристроїв з'являється необхідність

					<i>ДП 52.10. 00.000.ПЗ</i>	
3	А	<i>№ докум.</i>	<i>Під</i>	<i>Д</i>		20

підєднати до них мотори, за допомогою яких будуть відбуватися необхідні процеси у вище перелічених апаратах.

Тому, ми хочемо забезпечити дистанційне керування і аварійний захист електродвигунів:

- Відцентрового насосу 4;
- Відцентрового насосу 7;
- Компресора 10;
- Відцентрового насосу 19;
- Відцентрового насосу 20;
- Відцентрового насосу 21.

Крім того, цей процес є небезпечний і якщо не дотримуватись норм техніки безпеки та не витримувати необхідну умови проходження процесу, що може призвести до негативних наслідків, починаючи з низької якості вихідної продукції, закінчуючи аварією на виробництві. Саме тому нам необхідно для двигунів, що будуть стояти у даному процесі забезпечити аварійний захист.

2.1.3. Структура системи технологічної сигналізації і блокувань

Система технологічної сигналізації та блокувань відіграє велику роль у процесі гідроочищення гасу з використанням високотемпературної сепарації, адже завдяки ним ми вчасно зупинимо виробництво в разі якогось збою або аварії. Ми повинні обдумати і проаналізувати весь процес, всі апарати та зробити блокування певних частин схеми (або усієї) у разі виходу з ладу наших апаратів, наприклад, мотору до компресора, чи насосу без якого не будуть поступати потрібні речовини для реакцій, що несуть важливий характер.

У нашому процесі будемо сигналізувати:

- Тиск на виході з насоса 4;
- Тиск на виході з насоса 7;

					ДП 52.10. 00.000.ПЗ	21
3	А	№ докум.	Під	Д		

- Тиск на виході з компресора 10;
- Тиск на виході з насоса 19;
- Тиск на виході з насоса 20;
- Тиск на виході з насоса 21;

Будуємо алгоритм дій таким чином, що коли відбувався якийсь збій то відразу включається сигналізація і блокуються наші апарати, що унеможлиблює потрапляння речовин, які можуть зіпсувати наш продукт і погіршити якість.

Блокувати маємо наступне:

1. При блокуванні мотору 1 має блокувати клапан, що перекриє подачу газопродуктивної суміші до реактора 1 та клапан, що перекриє подачу газосировинної суміші до теплообмінника 5;
2. При блокуванні мотору 2 має заблокувати клапан, що перекриє подачу газопродуктивної суміші до реактора 1 та клапан, що встановлений на виході із стабілізаційної колони 17;
3. При блокуванні мотору 3 має заблокуватися мотор 4, клапан, що подає інгібітор до теплообмінника 12 та клапан, що надає воду до конденсатора-холодильника 13;
4. При блокуванні мотору 4 має заблокуватися мотор 3, клапан, що подає інгібітор до теплообмінника 12 та клапан, що надає воду до конденсатора-холодильника 13;
5. При блокуванні мотору 5 має заблокуватися клапан подачі свіжого газу та клапан подачі газопродуктивної суміші у реактор 1;
6. При блокуванні мотору 6 мають заблокуватися наступні клапани: подачі пару у трубчасту піч, подачі природнього газу у трубчасту піч та подачі газопродуктивної суміші у реактор 1.

2.2. Опис схеми автоматизації

3	A	№ докум.	Під	Д	ДП 52.10. 00.000.ПЗ	22

Для процесу гідроочищення гасу з використанням високотемпературної сепарації розроблена схема автоматизації (дивись схему ДП 52.10. 00.001.СхА)

Схема автоматизації технологічного процесу гідроочищення гасу з використанням високотемпературної сепарації включає системи технологічного контролю за технологічними параметрами, системи автоматичного регулювання технологічних параметрів, системи технологічної сигналізації та захисту, системи дистанційного керування виконавчими механізмами, систему контролю наявності полум'я.

Для того, щоб дотриматись заданих технологічному регламенті значень, параметрів для процесу були розроблені контури регулювання таких технологічних параметрів:

Контур 1 забезпечує керування тиску та контроль у реакторі, і включає в себе : манометр з пластинчатою пружиною (діафрагмою) поз (1-1); прилад вторинний пневматичний, показувальний, реєструвальний зі станцією керування поз (1-2), блок ручного управління поз (1-3), виконавчий механізм поз (1-4), який розташований на потоці газопродуктивної суміші.

Контури 2 та 3 забезпечують керування співвідношенням витрати повітря та природного газу на вході у трубчасту піч та їх контроль, і включає в себе: витратомір – діафрагма камерна поз (2-1); тензоперетворювач тиску з квадратичною функцією перетворення поз (2-2), пневматичний регулятор з функцією індикації поз (2-3), діафрагма камерна поз (3-1); тензоперетворювач тиску з квадратичною функцією перетворення поз (3-2); пневматичний регулятор з функцією індикації (3-3); пристрій регулюючий співвідношення поз (3-4), блок ручного управління поз (3-5), виконавчий механізм поз (3-6), який розташований на потоці повітря.

Контури 4 та 5 забезпечують керування температури у трубчастій печі у залежності від температури у реакторі та їх контроль, і включає в себе: термоперетворювач опору типу ТСМУ з уніфікованим вихідним сигналом

					ДП 52.10. 00.000.ПЗ	23
3	А	№ докум.	Під	Д		

поз (4-1); автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад поз (4-2), термоперетворювач опору типу ТСМУ з уніфікованим вихідним сигналом поз (5-1); автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад поз (5-2), блок ручного управління з функцією регулювання співвідношення поз (5-3), електропневматичний перетворювач поз (5-4), виконавчий механізм поз (5-5), який розташований на потоці природного газу.

Контури 6 та 7 забезпечують контроль та керування температури газосировинної суміші у трубопроводі на виході з теплообмінника 5 у залежності від температури газосировинної суміші на виході з теплообмінника 6, включає в себе: термоперетворювач опору типу ТСМУ з уніфікованим вихідним сигналом поз (6-1); автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад з функцією регулювання поз (6-2), блок ручного управління з функцією регулювання співвідношення поз (6-3), електропневматичний перетворювач поз (6-4), виконавчий механізм поз (6-5), який розташований на потоці водневмісного газу, термоперетворювач опору типу ТСМУ з уніфікованим вихідним сигналом поз (7-1); автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад з функцією регулювання поз (7-2).

Контури 8 та 9 забезпечують керування співвідношенням витрати конденсату промивки та інгібітору у трубопроводі на вході у теплообмінник 12 та контроль і включає в себе: витратомір – діафрагма камерна поз (8-1); тензоперетворювач тиску з квадратичною функцією перетворення поз (8-2), пристрій індикації та реєстрації поз (8-3), витратомір – діафрагма камерна поз (9-1); тензоперетворювач тиску з квадратичною функцією перетворення поз (9-2); пристрій індикації та реєстрації поз (9-3); пристрій регулюючий співвідношення поз (9-4), блок ручного управління поз (9-5), виконавчий механізм поз (9-6), який розташований на потоці інгібітору корозії.

					ДП 52.10. 00.000.ПЗ	24
3	А	№ докум.	Під	Д		

Контур 10 забезпечує керування витрати свіжого газу на вході у компресор та контроль, і включає в себе: витратомір – діафрагма камерна поз (10-1); тензоперетворювач тиску з квадратичною функцією перетворення поз (10-2); пристрій регулюючий, показувальний і реєструвальний поз (10-3), блок ручного управління поз (10-4), виконавчий механізм поз (10-5), який розташований на потоці свіжого газу.

Контур 11 забезпечує сигналізацію тиску у компресорі і контроль, та включає: манометр з пластинчатою пружиною (діафрагмою) типу поз (11-1); індикатор технологічний мікропроцесорний одно каналний з вмонтованою функцією сигналізації поз (11-2).

Контур 12 забезпечує керування рівня газосировинної суміші на в стабілізаційній колоні та контроль, і включає в себе: рівнемір буйковий з пневматичним передавальним перетворювачем поз (12-1); прилад вторинний пневматичний, показувальний, реєструвальний зі станцією керування поз (12-2), блок ручного управління поз (12-3), виконавчий механізм поз (12-4), який розташований на потоці очищеного гасу.

Контур 13 забезпечує керування температури у трубопроводі на виході з холодильника 14 та контроль: термоперетворювач опору типу ЭКТ-1,6 з уніфікованим вихідним сигналом поз (13-1); пристрій регулюючий, показувальний і реєструвальний поз (13-2), блок ручного управління поз (13-3), електропневматичний перетворювач поз (13-4), виконавчий механізм поз (13-5), який розташований на потоці холодної води.

Контури 14 та 15 забезпечують керування співвідношенням витрати зрошувача та витрати газосировинної суміші у трубопроводі на вході у стабілізаційну колону та контроль, і включає в себе: витратоміри – діафрагми камерні поз (14-1, 15-1); тензоперетворювачі тиску з квадратичною функцією перетворення поз (14-2, 15-2); пристрої індикації та реєстрації поз (14-3, 15-3); пристрій регулюючий співвідношення поз (14-4), блок ручного

управління поз (14-5), виконавчий механізм (14-6), який розташований на потоці зрошувача.

Контури 15 та 16 забезпечують керування співвідношенням витрати газосировинної суміші та витрати інгібітору корозії у трубопроводі на вході у стабілізаційну колону та контроль, і включає в себе: витратоміри – діафрагми камерні поз (15-1, 16-1); тензоперетворювачі тиску з квадратичною функцією перетворення поз (15-2, 16-2); пристрої індикації та реєстрації поз (15-3, 16-3); пристрій регулюючий співвідношення поз (15-4), блок ручного управління поз (15-5), виконавчий механізм поз (15-6), який розташований на потоці зрошувача. який розташований на потоці конденсату промивки.

Контур 17 забезпечує керування температури на вході у стабілізаційну колону та контроль, і включає в себе: термоперетворювач опору типу ТСМУ з уніфікованим вихідним сигналом поз (17-1); пристрій регулюючий, показувальний і реєструвальний поз (17-2), блок ручного управління поз (17-3), електропневматичний перетворювач поз (17-4), виконавчий механізм поз (17-5).

Контур 18 забезпечує сигналізацію тиску у відцентровому насосі і контроль, та включає в себе: манометр з пластинчатою пружиною (діафрагмою) типу поз (18-1); індикатор технологічний мікропроцесорний одно каналний з вмонтованою функцією сигналізації поз (18-2).

Контур 19 забезпечує сигналізацію тиску у відцентровому насосі і контроль, та включає в себе: манометр з пластинчатою пружиною (діафрагмою) типу поз (19-1); індикатор технологічний мікропроцесорний одно каналний з вмонтованою функцією сигналізації поз (19-2).

Контур 20 забезпечує сигналізацію тиску у відцентровому насосі і контроль, та включає в себе: манометр з пластинчатою пружиною (діафрагмою) типу поз (20-1); індикатор технологічний мікропроцесорний одно каналний з вмонтованою функцією сигналізації поз (20-2).

Контур 21 забезпечує сигналізацію тиску у відцентровому насосі і контроль, та включає в себе: манометр з пластинчатою пружиною

					ДП 52.10. 00.000.ПЗ	26
3	А	№ докум.	Під	Д		

(діафрагмою) типу поз (21-1); індикатор технологічний мікропроцесорний одно каналний з вмонтованою функцією сигналізації поз (21-2).

Контур 22 забезпечує сигналізацію тиску у відцентровому насосі і контроль, та включає в себе: манометр з пластинчатою пружиною (діафрагмою) типу поз (22-1); індикатор технологічний мікропроцесорний одно каналний з вмонтованою функцією сигналізації поз (22-2).

2.3. Дистанційне керування і аварійний захист електродвигунів

Для того щоб ми дистанційно могли запустити електродвигуни насосів ми застосуємо магнітні пускачі МП1-МП6, які будуть керуватися з щита керування кнопками *SB1, SB3, SB5, SB7, SB9, SB11* - для увімкнення та для вимкнення *SB2, SB4, SB6, SB8, SB10, SB12* . Наші сигнальні лампи *HL13, HL15, HL17, HL19, HL21, HL23* - є індикаторами увімкнення та вимкнення двигуна *HL14, HL16, HL18, HL20, HL22, HL24*. *SA1-SA6* - кнопки запобіжного відключення, які знаходяться на двигуні.

Позиціям дистанційного керуванню підлягають такі двигуни:

- двигун відцентрового насоса М1 (*SB1, SB2*);
- двигун відцентрового насоса М2 (*SB3, SB4*);
- двигун відцентрового насоса М3 (*SB5, SB6*);
- двигун відцентрового насоса М4 (*SB7, SB8*);
- двигун компресора М5 (*SB9, SB10*);
- двигун відцентрового насоса М6 (*SB11, SB12*).

Блокування, сигналізація і захист являються надзвичайно важливими елементами на схемі автоматизації, адже захищають обладнання і запобігають поломкам внаслідок збоїв у процесі виробництва продукції, а також інформують оператора про відхилення від технологічного регламенту параметрів, які впливають на якість нашого продукції, що випускається,

					ДП 52.10. 00.000.ПЗ	
3	А	№ докум.	Під	Д		27

тому цим системам (сигналізації, блокування і захисту) ми повинні приділити значну увагу.

Блокування та сигналізація можуть спрацьовувати в декількох випадках:

- Падіння тиску у насосах та компресорі (*HL1-HL12*).
- Увімкнення та вимкнення двигунів (*HL13-HL24*).

2.4. Опис та демонстраційні ролики для схеми технологічної сигналізації і блокувань

Взявши за основу функціональну схему автоматизації процесу гідроочищення гасу з використанням високотемпературної сепарації розроблена принципова електрична схема дистанційного керування електродвигунами, аварійного захисту і технологічних блокувань (дивись схему *ДП 52.10. 000.02.СхЕ*).

В цій схемі для вмикання і вимикання живлення електродвигунів ми застосуємо магнітні пускачі – МП4, МП5, МП6.

Для захисту системи живлення електродвигунів від перевантаження та короткого замикання застосуємо автоматичні вимикачі – *FP7, FP8, FP9, FP10, FP11, FP12*.

Для захисту від згорання магнітних пускачів в ланцюги струму підключимо плавкі запобіжники –*FU4, FU5, FU6*.

Для вимкнення живлення встановимо кнопки вимикання живлення електродвигунів – *SB7, SB9, SB11*.

Для вимкнення живлення встановимо кнопки вимикання живлення електродвигунів – *SB8, SB10, SB12*.

Для сигналізації увімкнутих електродвигунів встановимо лампочки зеленого кольору – *HL19, HL21, HL23*.

Для сигналізації вимкнутих електродвигунів встановлюємо лампочки червоного кольору – *HL22, HL24*.

					<i>ДП 52.10. 00.000.ПЗ</i>	
3	А	№ докум.	Під	Д		28

Для індикації наших тисків що вимірюються з метою аварійного захисту використаємо технологічні індикатори, позиції 20-2, 21-2, 22-2.

Для аварійного відключення електродвигунів використовуються електромагнітні реле КМ7, КМ9, КМ11.

Для спрацювання сигналізації аварійного захисту електродвигуна вставимо лампочки *HL19, HL20, HL21, HL22, HL23, HL24*.

Щоб ми могли бачити як працює схема розглянемо приклади.

Вмикання двигуна М6. Спочатку контакт поз. 24-2 замкнутий, контакт КМ11-2 розімкнутий, а індикатор лампочки *HL11, HL12* увімкнені. Для запуску електромотору натиснемо кнопку *SB12*. Миттєво на виході насосу тиск встановитися не може. Нам потрібно натиснути і утримувати кнопку *SB12* щоб контакт поз. 24-2 розімкнувся і контакт КМ11-2 замкнувся. Кнопку *SB12* тримати до тих пір поки лампочки *HL11, HL12* не вимкнуться.

Аварійне вимикання двигуна М6. Якщо наш тиск після подачі повітря насосом виходить за допустимі межі, то в першу чергу замикається контакт поз. 24-2. В результаті цього замикання вмикається сигнальна лампочка *HL11* і у нас утворюється замкнуте коло живлення для захисного реле КМ12. Контакт КМ12-1 замикається і вмикається друга сигнальна лампочка *HL12*. При цьому одночасно розімкнеться контакт КМ12-2. Цей контакт розірве ланцюг живлення пускача МП6, в результаті чого аварійні контакти МП6-4, МП6-5, МП6-6 розімкнуться.

Для двигунів М5, М4, М3, М2 та М1 використовуються аналогічні схеми.

Щоб наглядно побачити і зрозуміти принцип роботи було розроблено спеціальне програмне забезпечення мовою С++ (програма додається, Додаток 2). Програма показує вигляд схеми (рис 2.1.), як стартує мотор, як іде процес роботи (рис 2.2.), що відбувається коли він зупиняється (рис. 2.3.), а також що відбувається у результаті аварії (рис 2.4.).

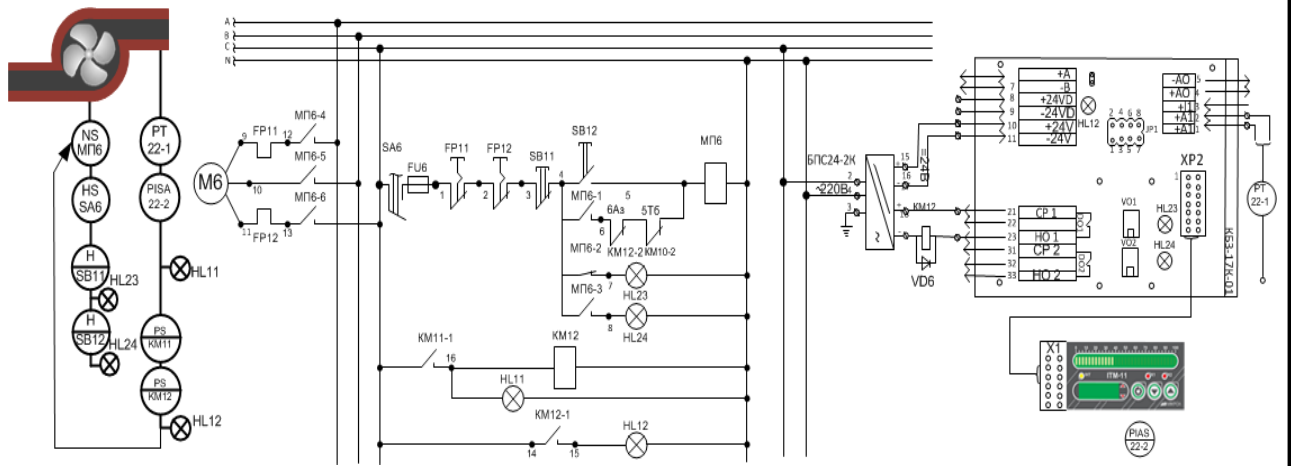


Рис. 2.1. Зображення початкового виду деморолику

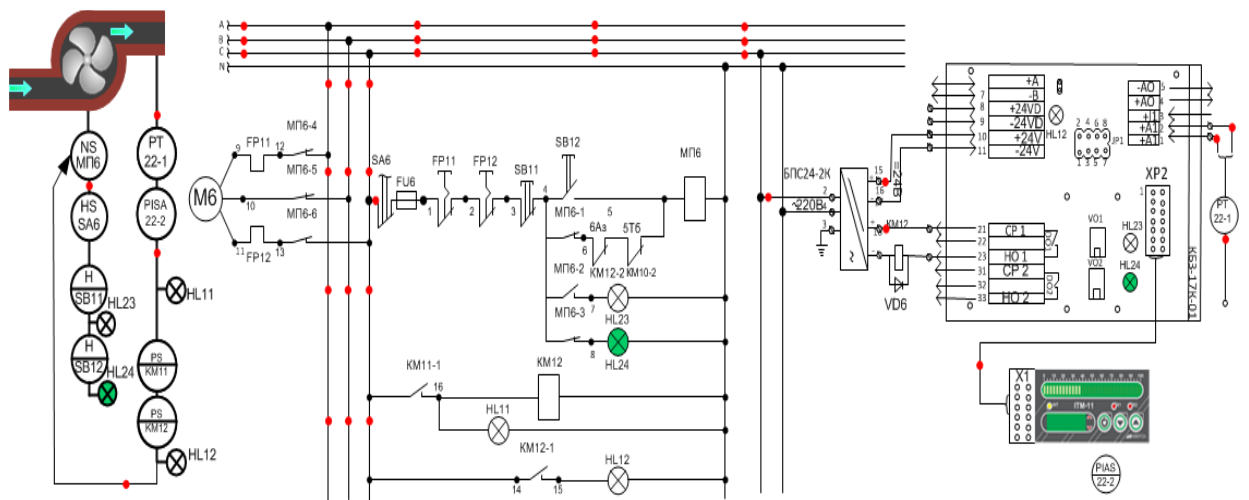


Рис. 2.2. Демонстрація роботи електромотора №6 у нормальному режимі

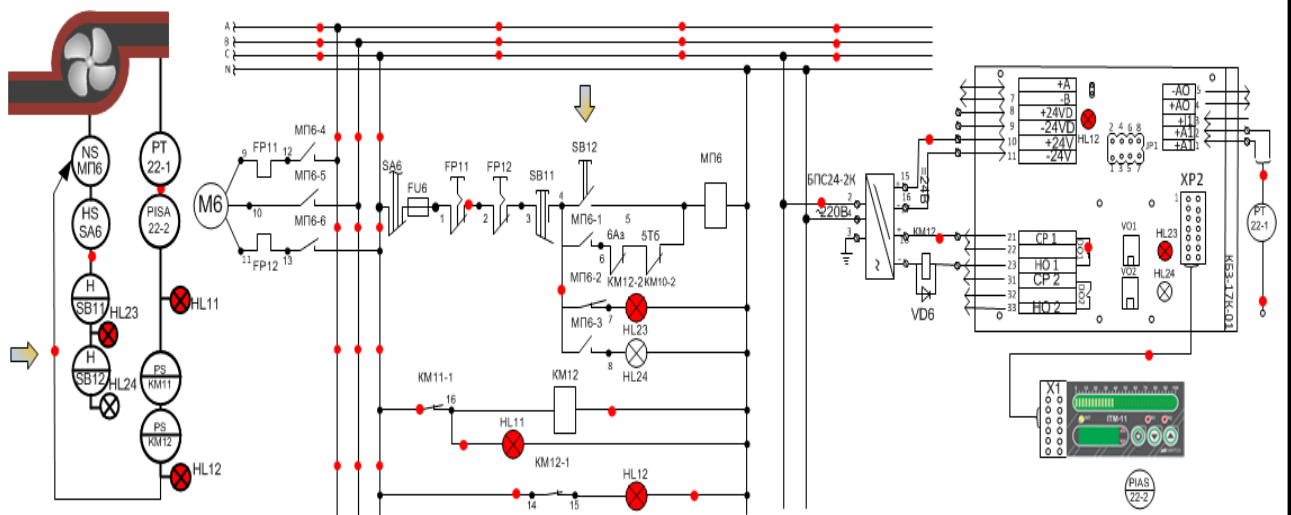


Рис. 2.3. Демонстрація роботи схеми електромотора №6 коли відсутнє живлення

3	A	№ докум.	Під	Д

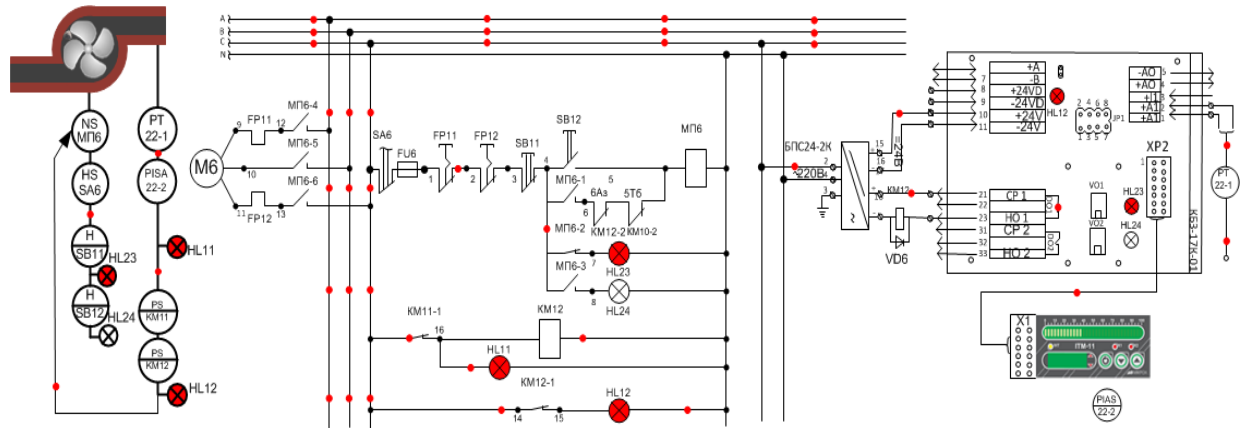


Рис. 2.4. Демонстрація роботи схеми при порушенні припустимого режиму тиску у каналі живлення насоса

2.5. Розрахунок витратоміра змінного перепаду тиску

Моя схема автоматизації процесу гідроочищення гасу має у своїй структурі витратомір змінного перепаду тиску. Це контур 8-1.

До стандартних (нормалізованих) звужувальних пристроїв належать діафрагми, сопла ISA1932, сопла Вентурі і труби Вентурі, які дотримані вимогам дійсних правил і використовуємо їх для виміру витрати речовини без індивідуального градування. Допускаються до експлуатації[4] дифманометри і прилади для вимірювання параметрів середовища, які серійно виготовленні промисловістю або дослідним виробництвом, задовільняють вимогам чинних державних стандартів які пройшли державну метрологічну атестацію.

Правила встановлюють вимоги до виконання вимірювальних пристроїв у процесі їхньої розробки, проектування, монтажу, експлуатації та перевірки.

Наведені мною нижче положення справедливі якщо дотриманні наступні умови їх виміру:

- а) рух характеру потоку в прямих ділянках трубопроводів до і після звужувального пристрою мають бути турбулентним, стаціонарним;

б) стан фазового потоку не повинний змінюватися при його плинні через звужувальний пристрій (рідина не випаровується, розчинені в рідині гази не виділяються, виключається конденсація водяної пари з газів з наступним випаданням рідкої фази в трубопроводі поблизу звужувального пристрою);

в) прямі ділянки трубопроводів у внутрішній порожнині до і після звужувального пристрою не збирають опади у вигляді пилу, металевих предметів, піску, інших забруднень;

г) на поверхнях звужувального пристрою не утворюються відкладення, що змінюють його конструктивні параметри і геометрію;

д) перегріта пара; при цьому для пари цілком справедливі всі положення, що стосуються виміру витрати газу.

Допускається вимірювати витрату вологої пари діафрагмами при співвідношенні густин парової ($\rho_{п}$) та рідкої ($\rho_{ж}$) фаз $\rho_{п} / \rho_{ж} \leq 0,002$ при масовій частці рідкого компоненту в парорідинній суміші не більше 0,2 (у частках одиниці).

Показання дифманометра в цьому випадку відповідає витраті сухої частини вологої пари, у зв'язку з чим діафрагми варто розраховувати за витратою та густиною парової фази.

Припустимі діапазони значень діаметрів трубопроводів D і відносних площ звужувальних пристроїв m повинні перебувати в межах:

для діафрагм із кутовим способом відбору перепаду тиску

$$50 \text{ мм} < D < 1000 \text{ мм},$$

$$0,05 < m < 0,64;$$

Примітка. Для трубопроводів діаметром $D > 1000$ мм рекомендується приймати значення α_v і розрахункові співвідношення, що відповідають діаметру $D = 1000$ мм.

для діафрагм із фланцевим способом відбору перепаду тиску

$$50 \text{ мм} < D < 760 \text{ мм},$$

$$0,04 < m < 0,56;$$

діаметр отвору діафрагм незалежно від способу відбору перепаду тиску
 $d \geq 12,5$ мм;

для сопел у випадку виміру витрати газу

$$50 \text{ мм} \leq D,$$

$$0,05 \leq m \leq 0,64;$$

для сопел у випадку виміру витрати рідини

$$30 \text{ мм} \leq 1,$$

$$0,05 \leq m \leq 0,64$$

для сопел Вентурі

$$65 \text{ мм} \leq D \leq 500 \text{ мм},$$

$$0,05 \leq m \leq 0,60;$$

діаметр отвору сопел і сопел Вентурі $d \geq 15$ мм;

для труб Вентурі

$$50 \text{ мм} \leq D \leq 500 \text{ мм},$$

$$0,10 \leq m \leq 0,60.$$

У випадку вимірювання витрати газу відношення абсолютних тисків на виході і вході звужувального пристрою повинні бути більшими або дорівнювати 0,75.

При вимірах витрати газів і рідин допускається створити як кутовий, так і фланцевий способи відбору перепаду тиску на діафрагмах і кутовий спосіб відбору на соплах, соплах Вентурі і трубах Вентурі.

Для виміру витрат конденсату промивки було обрано витратомір – діафрагма камерна типу ДКС.

Вихідні дані до розрахунку витратоміра змінного перепаду:

- 1.1. Вид вимірюваного середовища – конденсат промивки (рідкий).
- 1.2. Середовище з вимірювальною температурою – 40 °С.
- 1.3. Середовище з вимірювальним тиском – 0,6 МПа = 6,11 кгс/см² .
- 1.4. Максимальне число витрати (Q_{\max}) – 4440 кг/год.
- 1.5. Середня число витрата ($Q_{\text{ср}}$) – 4000 кг/год.

					<i>ДП 52.10. 00.000.ПЗ</i>	
3	А	№ докум.	Під	Д		

1.6. Допустима втрата тиску на звужувальному пристрої ($P_{ВД}$) – не регламентується.

1.7. Тип звужувального пристрою – діафрагма камерна ДКС.

1.8. Матеріал звужувального пристрою – Сталь Х17.

1.9. Діаметр внутрішнього трубопроводу (D_{20}) – 0,08 м.

1.10. Матеріал трубопроводу – Сталь 20.

1.11. Тип дифманометра – ДСС-712.

1.12. Наявність місцевого опору – немає.

Розрахунок:

1. Визначення даних, яких не вистачає для розрахунку.

1.1. Коефіцієнт лінійного розширення сталі 20.

$$k_t = 1,0004.$$

1.2. Внутрішній діаметр трубопроводу при робочій температурі

$$D = D_{20} \cdot k_t' = 80 \cdot 1,0004 = 80,032 \text{ мм.}$$

1.3. Густина конденсату промивки при температурі 40 °С і тискові 0,6 МПа :

$$\rho = 680 \text{ кг/м}^3;$$

1.4. Густина конденсату промивки за нормальних умов:

$$\rho_n = 690 \text{ кг/м}^3;$$

1.5. В'язкість конденсату за нормальних умов

$$\mu_n = 56 \cdot 10^{-6} \text{ кгс} \cdot \text{с/м}^2$$

3. Вибір звужувального пристрою та дифманометра.

3.1. Тип звужувального пристрою – діафрагма з кутовим способом відбору тиску.

3.2. Матеріал звужувального пристрою – Х17.

3.3. Тип дифманометра – дифманометр самописний ДСС-712.

3.4. Верхня межа вимірювання витратоміра - $Q_{ВМ} = 5000 \text{ кг/год.}$

4. Визначення номінального перепаду тиску та приблизного значення відносної площі звужувального пристрою.

4.1. За формулою визначаємо допоміжну величину:

					<i>ДП 52.10. 00.000.ПЗ</i>	
3	A	№ докум.	Під	Д		

$$C = \frac{Q_{\text{ОВМ}}}{0,01252 D^2 \sqrt{\rho}} = \frac{5000}{0,01252 \cdot (80,032)^2 \sqrt{580}} = 2,589.$$

4.2. Оскільки припустима втрата тиску не регламентується, то за номограмою для $C = 2,589$ знаходимо граничний номінальний перепад тиску: $\Delta P_{\text{н}} = 0,4$ кгс/см², при якому приблизне значення модуля $m = 0,23$.

5. Визначення мінімального числа Re

5.1. За формулою визначаємо Re для мінімальної витрати:

$$Re = 0,0361 \cdot \frac{Q_{m \text{ min}}}{D \cdot \mu} = 0,0361 \cdot \frac{4000}{80,032 \cdot 56 \cdot 10^{-6}} = 3,2219 \cdot 10^4.$$

5.2. Мінімально допустиме число Рейнольдса Re_{min} для діафрагм з кутовим способом відбору:

$$Re_{\text{min}} = 10^4$$

5.3. Оскільки $Re > Re_{\text{min}}$, то вимірювання при прийнятих вихідних даних можливе, а тому розрахунок продовжуємо.

6. Визначення параметрів звужувального пристрою

6.1. $\Delta P = \Delta P_{\text{н}} = 0,4$ кгс/см².

6.2. $Re_{\text{ВМ}} = 0,0361 \cdot \frac{Q_{m \text{ ВМ}}}{D \cdot \mu} = 0,0361 \cdot \frac{4440}{80,032 \cdot 56 \cdot 10^{-6}} = 3,5763 \cdot 10^4.$

6.3. Допоміжна величина

$$\frac{C}{\sqrt{\Delta P}} = \frac{2,589}{\sqrt{400}} = 0,12945.$$

6.4. Відносна шорсткість внутрішньої поверхні трубопроводу при $k = 0,03$

$$\frac{k}{D} \cdot 10^4 = \frac{0,03}{80,032} \cdot 10^4 = 3,749.$$

Оскільки $\frac{k}{D} \cdot 10^4 < 3,9 + 10^3 \exp(-14,2 \cdot \sqrt{m}) = 5,003$, поправку на шорсткість не вводять і $k_{\text{ш}} = 1$.

$k_{\text{ш}} k_{\text{п}} = 1,022$ (за додатком 25)

6.5. Коефіцієнт витрати α_1 визначаємо за формулою (2.66)

$$\alpha_1 = \frac{1}{\sqrt{1 - m_1^2}} \cdot [0,99 - 0,2262 \cdot m_1^{2,05} + (0,000215 - 0,001125 \cdot m_1^{0,5} + 0,00249 \cdot m_1^{2,35}) \cdot \left(\frac{10^6}{Re_{vm}}\right)^{1,15}]$$

$$k_{ш} k_{п} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0,23^2}} \cdot [0,99 - 0,2262 \cdot 0,23^{2,05} + (0,000215 - 0,001125 \cdot 0,23^{0,5} + 0,00249 \cdot 0,23^{2,35}) \cdot \left(\frac{10^6}{3,5763 \cdot 10^4}\right)^{1,15}] = 0,636.$$

6.6. Коефіцієнт розширення для рідин $\varepsilon = 1$.

6.7. Допоміжна величина – за формулою: $F_1 = m_1 \cdot \alpha_1 = 0,2 \cdot 0,998 = 0,141$.

6.8. Відносне відхилення (2.71)

$$\delta_{F_1} = \left(\frac{F_1}{c/\sqrt{\Delta P}} - 1 \right) \cdot 100\% = \left(\frac{0,141}{0,129} - 1 \right) \cdot 100\% = 9,43 \%$$

Оскільки $|\delta_{F_1}| > 0,2\%$, процес пошуку m триває. Позаяк $F_1 > C/\sqrt{\Delta P}$, m_2

знаходимо, як:

$$m_2 = \lambda \cdot m_1, \text{ де } \lambda \in (0,92 \dots 0,98)$$

Тоді, при $\lambda = 0,9645$:

$$m_2 = 0,2218; \alpha = 0,633; \varepsilon = 1; F_1 = 0,12916.$$

$$\text{А } \delta_{F_1} = \left(\frac{F_1}{c/\sqrt{\Delta P}} - 1 \right) \cdot 100\% = \left(\frac{0,12916}{0,129} - 1 \right) \cdot 100\% = 0,1225 \%$$

Оскільки $|\delta_{F_1}| < 0,2\%$, за остаточні значення приймаємо наведені вище.

4. Перевірка довжини прямих ділянок:

З мал.2 (Дод.1) для $m = 0,2218$ визначаємо:

$$\frac{L_2}{D} = 6,5 \text{ звідки } L_2 = 6,5 \cdot D = 6,5 \cdot 80,0304 = 520,1976 \text{ мм.}$$

Оскільки необхідна довжина прямої ділянки (до коліна) менша заданої (2000 мм), то продовжуємо.

8. Визначення діаметру отвору звужувального пристрою:

8.1. Визначаємо $k_t = 1 + 14,6 \cdot 10^{-6} \cdot (40 - 20) = 1,000292$.

8.2. Діаметр звужувального пристрою:

$$d_{20} = \frac{D}{k_t} \cdot \sqrt{m} = \frac{80,0304}{1,000292} \cdot \sqrt{0,2218} = 37,6805 \text{ мм.}$$

9. Перевірка розрахунку:

3	A	№ докум.	Під	Д	ДП 52.10. 00.000.ПЗ	
						36

9.1. Витрата, що відповідає граничному номінальному перепадові тиску (1):

$$Q_M = 0,01252 \cdot \alpha \cdot k_t^2 \cdot \varepsilon \cdot d_{20}^2 \cdot \sqrt{\rho \cdot \Delta P_H} = 0,01252 \cdot 0,633 \cdot 1,000292^2 \cdot 1 \cdot 37,6805^2 \times \\ \times \sqrt{580 \cdot 400} = 5001,336 \text{ кг/год.}$$

9.2. Відносне відхилення витрати:

$$\delta_Q = \left(\frac{4443,326}{4440} - 1 \right) \cdot 100\% = 0,075\%.$$

Оскільки $|\delta_Q| < 0,2\%$ розрахунок виконано правильно.

10.3. За графіком для $m = 0,2218$ знаходимо $\Delta P/P_B = 78\%$. Дійсна втрата тиску $P_B = 0,78 \cdot 4440 \cdot 10^{-4} = 0,346 \text{ кгс/см}^2 < \Delta P_H = 0,4 \text{ кгс/см}^2$.

2.6. Розрахунок похибок вимірювального каналу

Оскільки у нашому процесі необхідним є вимірювання температури інгібітору корозії, що охолоджується у конденсатор-холодильнику потрібно визначити похибку вимірювального каналу. Схема системи автоматичного контролю температури зображена на рис. 2.5.

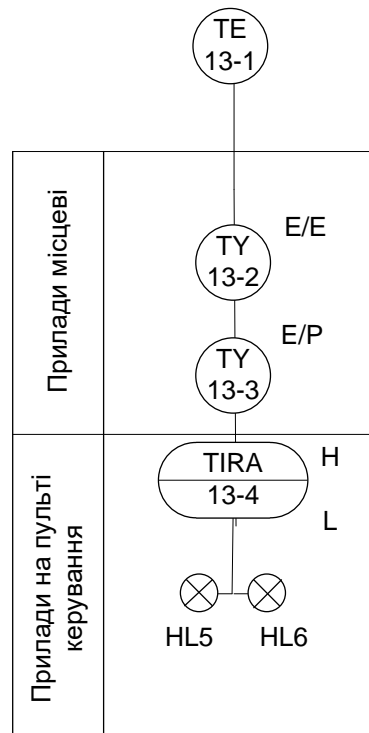


Рис 2.5. Схема системи автоматичного контролю температури:

13-1 – термоперетворювач опору; 13-2 – нормувальний перетворювач;
 13-3 – перетворювач електропневматичний; 13-4 – прилад вторинний
 пневматичний, показувальний, реєструвальний; *HL5*, *HL6* – лампа сигнальна
 електрична.

Структурну схему вимірювального каналу розробленого контуру
 автоматичного контролю витрати рідини представимо у вигляді:



Рис 2.6. Структурна схема вимірювального каналу автоматичного
 контролю температури.

Використані позначення: ТО – термоперетворювач опору; ЛЗ – лінії
 зв'язку; НП – нормувальний перетворювач; ЕПП –
 електропневматичний перетворювач; ВП– вторинний прилад.

Скориставшись специфікацією, отримуємо необхідні дані по приладам
 ТЗА, що відповідають умовам задачі: термоперетворювач опору з
 неуніфікованим вихідним сигналом ТСМ-8043Р, діапазон вимірювання -
 50...100 °С, лінії зв'язку (ЛЗ) класу точності 0,4 , нормувальний
 перетворювач Ш79 класу точності 0,25; перетворювач електропневматичний
 МТМ 810, $I_{\text{вх}} = 0...5$ мА, $P_{\text{вих}} = 20...100$ кПа, класу точності 0,5; прилад
 вторинний пневматичний, показувальний, реєструвальний ФК0071 $P_{\text{вх}} =$
 20...100 кПа, класу точності 0,5.

Для ТО ТСМ-8043Р з неуніфікованим вихідним сигналом та класом
 допуску В, граничнодопустиме відхилення опору в діапазоні вимірювання
 від мінус 50 до 100 °С визначається з виразу $\pm(0,15+0,002|t|)$. Звідси
 допустима абсолютна похибка термоперетворювача опору ТСМ-8043Р:

$$\Delta t_{\text{доп}} = \pm (0,15 + 0,002 \times |70|) = 0,29 \text{ } ^\circ\text{C} .$$

Згідно з довірчою ймовірністю $P_d = 0,95$, для кожного елемента розрахуємо
 середньоквадратичну похибку в абсолютних значеннях з виразу $\Delta_{0,95} = K_{\text{H},0,95} \sigma$.

Для ТО отримаємо:

Розрахуємо граничнодопустиму абсолютну похибку вимірювального каналу:

$$\Delta_{\text{ДОП}_{\text{вк}}} = \pm K_{n_{0,95}} \cdot \sigma_{\text{ВК}} = \pm 1,96 \cdot 0,632 = \pm 1,239^{\circ} \text{C}$$

та граничнодопустиму зведену похибку вимірювального каналу :

$$\gamma_{\text{ДОП}_{\text{вк}}} = \pm \frac{\Delta_{\text{ДОП}_{\text{вк}}}}{\text{ДВ}} \cdot 100\% = \pm \frac{1,239}{(100 - (-50))} \cdot 100\% = \pm 1\%$$

Таким чином, аналізований вимірювальний канал температури відповідає класу точності 1,5, а дійсне значення вимірюваної температури $T_{\text{д}} = T_{\text{вим}} \pm 1,239^{\circ}\text{C}$ з імовірністю $P_{\text{д}} = 0,95$.

Висновки до розділу 2

У другому розділі диплому було розроблено:

- схему автоматизацію;
- принципову електричну схему дистанційного керування електродвигунами, аварійного захисту і технологічних блокувань;
- Демонстраційне програмне забезпечення, яке відображає роботу аварійного захисту і технологічних блокувань;
- розрахунок витратоміра;
- перевірили похибку вимірювального каналу.

У проектуванні системи автоматизації було взято за основу схему з підрозділу 1.4., рис. 1.3, але для зменшення витрат були прибрані деякі прилади, які повторювали схожі за сенсом функцію.

У принциповій електричній схемі дистанційного керування електродвигунами, аварійного захисту і технологічних блокувань ми використали два реле і плату КБЗ-17-К01, яка є дешевою та простою експлуатації.

Розрахунки витратоміра показали, що похибка, яку він нам показує сумісна для роботи і це ніяк не вплине на втрату тиску.

Аналізований вимірвальний канал температури відповідає класу точності 1,5, а дійсне значення вимірюваної температури $T_d = T_{\text{вим}} \pm 1,239^{\circ}\text{C}$ з імовірністю $P_d = 0,95$, що задовольняє нашим вимогам у ході експлуатації.

3. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ У КОНДЕНСАТОРІ-ХОЛОДИЛЬНИКУ

3.1. Моделювання статичного режиму роботи холодильника

Конденсатор-холодильник (далі - холодильник) – теплообмінник в якому відбувається охолодження конденсату промивки, що надходить з апарату повітряного охолодження [5].

Розрахункову схему конденсатор-холодильника з позначенням усіх технологічних параметрів наведено на рис. 3.1.

На цій схемі позначені такі технологічні параметри:

F_{Π} – витрата інгібітору корозії, яка надходить із апарату повітряного охолодження до холодильника;

t_K, t_{Π}, C_{Π} температура (кінцева та початкова) та теплоємність інгібітор корозії;

F_B, C_B – витрата та теплоємність води що охолоджує інгібітор корозії;

t_{B1} – температура води на вході в теплообмінник;

t_{B2} – температура води на виході із теплообмінника.

						ДП 52.10. 00.000.ПЗ	
3	A	№ докум.	Під	Д			41

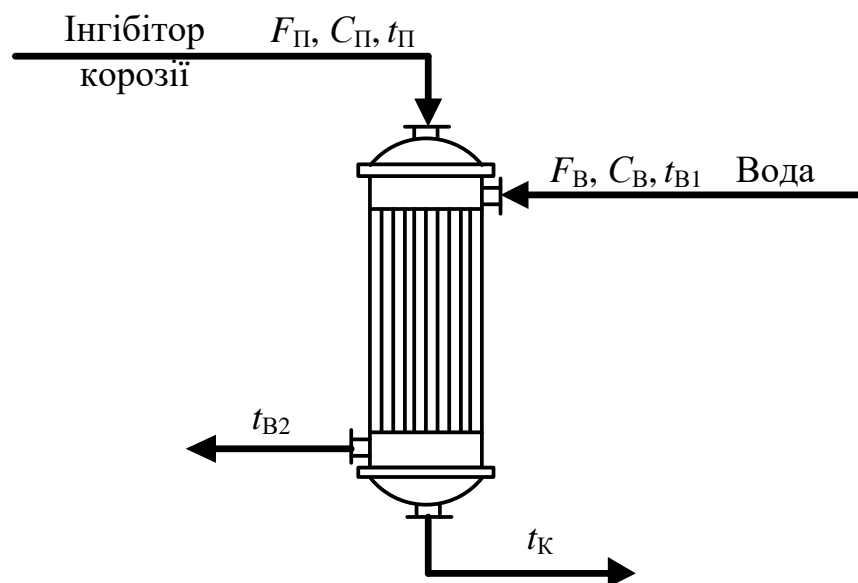


Рис. 3.1. – Розрахункова схема холодильника

Каналом керування у даній схемі є залежність температури від витрати води, адже додавши більше холодної води – ми можемо знизити температуру інгібітору корозії ще більше.

При моделюванні статичного та динамічного режимів холодильника конденсату промивки робимо такі припущення:

1. Об'єкт із зосередженими параметрами;
2. Витрата полімерної суміші на вході в теплообмінник не змінюється в часі;
3. Теплоємність полімерної суспензії і води зі зміною температури залишається сталою;

Усі значення технологічних параметрів що використовуються при статичному моделюванні холодильника занесені до таблиці 3.1

Оскільки потрібно регулювати температуру конденсату промивки на виході з холодильника за допомогою охолоджуючої води, що подається в його міжтрубний простір, то розглядаємо такі входи та виходи:

Вихід: $t_{\text{К}}$ – температура конденсату промивки на виході;

Вхід: $F_{\text{В}}$ – витрата води у теплообміннику;

Збурення: t_{B1} – температура води для охолодження інгібітор корозії;

F_{Π} – витрата конденсату промивки.

Тепловий баланс трубного простору:

$$Q_{\Pi} - Q_K - Q_T = 0 \quad (3.1)$$

де $Q_{\Pi} = F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} \cdot t_{\Pi}$ – кількість тепла, яка приноситься конденсатом промивки;

$Q_K = F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} \cdot t_K$ – кількість тепла, яку виносить інгібітор корозії;

$Q_T = K \cdot S \cdot (t_K - t_{B2})$ – кількість тепла теплообміну, яке відбирається водою в міжтрубному просторі.

Тепловий баланс води в міжтрубному просторі:

$$Q_{B1} - Q_{B2} + Q_T = 0 \quad (3.2)$$

де $Q_{B1} = F_B \cdot C_B \cdot t_{B1}$ – кількість тепла, принесеного потоком води у міжтрубний простір холодильника;

$Q_{B2} = F_B \cdot C_B \cdot t_{B2}$ – кількість тепла, винесеного потоком води з міжтрубного простору холодильника;

Таблиця 3.1 – Значення технологічних параметрів

Назва	Позначення	Числов е значення	Розмірність
Температура конденсату промивки на вході	t_{Π}	90	°C
Температура конденсату промивки на виході	t_K	70	°C
Температура води на вході	t_{B1}	20	°C
Температура води на виході	t_{B2}	-	°C
Витрата конденсату промивки	F_{Π}	1.4	кг/с
Витрата води	F_B	0.75	кг/с
Теплоємність інгібітору корозії	C_{Π}	1000	Дж/(кг*К)
Теплоємність води	C_B	4200	Дж/(кг*К)
Коефіцієнт теплопередачі	K	90	Вт/(м ² *К)
Площа поверхні теплообміну	S	10	м ²

Об'єм конденсату промивки в трубному просторі холодильника	V_{Π}	0.014	м^3
Об'єм води в міжтрубному просторі холодильника	$V_{\text{В}}$	0.112	м^3
Густина конденсату промивки	ρ_{Π}	900	$\text{кг}/\text{м}^3$
Густина води	$\rho_{\text{В}}$	1000	$\text{кг}/\text{м}^3$

Запишемо систему підставивши в кожному рівнянні усі величини:

$$F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} \cdot t_{\Pi} - F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} \cdot t_{\text{К}} - K \cdot S \cdot (t_{\text{К}} - t_{\text{В}2}) = 0 \quad (3.3)$$

$$F_{\text{В}} \cdot C_{\text{В}} \cdot t_{\text{В}1} - F_{\text{В}} \cdot C_{\text{В}} \cdot t_{\text{В}2} + K \cdot S \cdot (t_{\text{К}} - t_{\text{В}2}) = 0 \quad (3.4)$$

Виражаємо з рівняння (3.4) температуру $t_{\text{В}2}$:

$$t_{\text{В}2} = \frac{F_{\text{В}} \cdot C_{\text{В}} \cdot t_{\text{В}1} + K \cdot S \cdot t_{\text{К}}}{F_{\text{В}} \cdot C_{\text{В}} + K \cdot S} \quad (3.5)$$

Підставляємо отриману температуру (3.5) в (3.3):

$$F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} \cdot t_{\Pi} - F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} \cdot t_{\text{К}} - K \cdot S \cdot \left(t_{\text{К}} - \frac{F_{\text{В}} \cdot C_{\text{В}} \cdot t_{\text{В}1} + K \cdot S \cdot t_{\text{К}}}{F_{\text{В}} \cdot C_{\text{В}} + K \cdot S} \right) = 0 \quad (3.6)$$

Виражаємо вихідну температуру, і отримуємо значення температури охолодженого конденсату промивки на виході:

$$t_{\text{К}} = \frac{F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} \cdot t_{\Pi} + K \cdot S \cdot \frac{F_{\text{В}} \cdot C_{\text{В}} \cdot t_{\text{В}1}}{F_{\text{В}} \cdot C_{\text{В}} + K \cdot S}}{F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} + K \cdot S \cdot \left(1 + \frac{K \cdot S}{F_{\text{В}} \cdot C_{\text{В}} + K \cdot S} \right)} \quad (3.7)$$

Побудуємо статичні характеристики каналу теплообмінника (рис. 3.1.) використовуючи залежність (3.7), що є звичайною математичною залежністю типу $y = ax + b$.

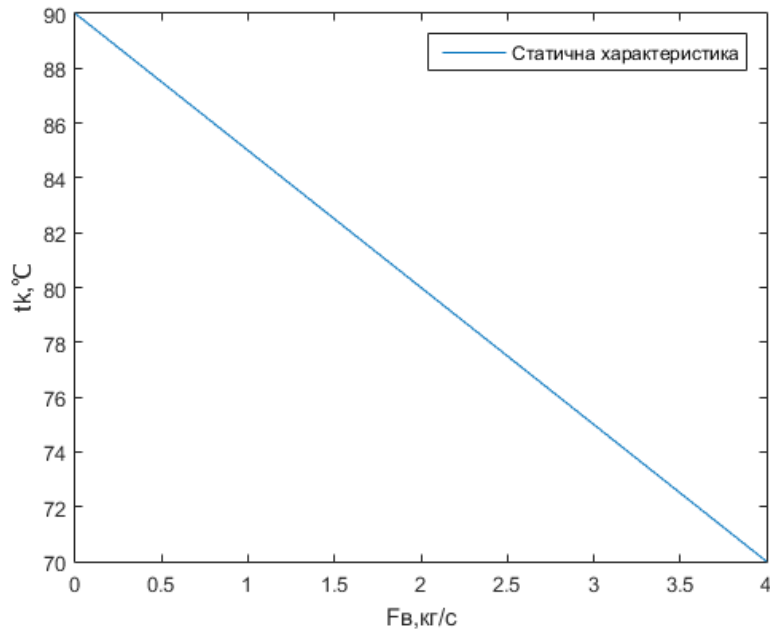


Рисунок 3.1 – Статична характеристика каналу керування температурі каналу інгібітора $F_B \rightarrow t_K$

3.2 Моделювання динамічного режиму холодильника

Під час моделювання динамічного режиму холодильника використовуються змінні технологічних параметрів наведених у таблиці 3.1

Рівняння динаміки для трубного простору:

$$F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} t_K - F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} \cdot t_{\Pi} - K \cdot S \cdot (t_K - t_{B2}) = C_{\Pi} \cdot V_{\Pi} \cdot \rho_{\Pi} \cdot \frac{dt_K}{dt} \quad (3.8)$$

Рівняння динаміки для міжтрубного простору:

$$F_B \cdot t_{B1} \cdot C_B - F_B \cdot t_{B2} \cdot C_B + K \cdot S \cdot (t_K - t_{B2}) = C_B \cdot V_B \cdot \rho_B \cdot \frac{dt_{B2}}{dt} \quad (3.9)$$

Лінеаризація рівняння динаміки для трубного простору:

$$t_{\Pi} \cdot C_{\Pi} \Delta F_{\Pi} - t_K \cdot C_{\Pi} \cdot \Delta F_{\Pi} - F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} \cdot \Delta t_K - K \cdot S \cdot (\Delta t_K - \Delta t_{B2}) = C_{\Pi} \cdot V_{\Pi} \cdot \rho_{\Pi} \cdot \frac{d\Delta t_K}{dt} \quad (3.10)$$

Виконаємо перетворення за Лапласом:

$$C_{\Pi} \cdot V_{\Pi} \cdot \rho_{\Pi} \cdot p \cdot t_K(p) + F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} \cdot t_K(p) + K \cdot S \cdot t_K(p) = t_{\Pi} \cdot C_{\Pi} \cdot F_{\Pi}(p) -$$

$$- t_K \cdot C_{\Pi} \cdot F_{\Pi}(p) + K \cdot S \cdot t_{B2}(p) \quad (3.11)$$

Лінеаризація рівняння динаміки для міжтрубного простору:

$$t_{B1} \cdot C_B \cdot \Delta F_B + F_B \cdot C_B \cdot \Delta t_{B1} + K \cdot S \cdot (\Delta t_K - \Delta t_{B2}) - t_{B2} \cdot C_B \cdot \Delta F_B - \\ - F_B \cdot C_B \cdot \Delta t_{B2} = C_B \cdot V_B \cdot \rho_B \cdot \frac{d\Delta t_{B2}}{dt} \quad (3.12)$$

Виконаємо перетворення за Лапласом:

$$C_B \cdot V_B \cdot \rho_B \cdot p \cdot t_{B2}(p) + F_B \cdot C_B \cdot t_{B2}(p) + K \cdot S \cdot t_{B2}(p) = t_{B1} \cdot C_B \cdot F_B(p) + \\ + F_B \cdot C_B \cdot t_{B1}(p) + K \cdot S \cdot t_K(p) - t_{B2} \cdot C_B \cdot F_B(p) \quad (3.13)$$

Виражаємо з рівняння (3.13) температуру води на виході $t_{B2}(p)$:

$$t_{B2}(p) = \frac{t_{B1} \cdot C_B \cdot F_B(p) + F_B \cdot C_B \cdot t_{B1}(p) + K \cdot S \cdot t_K(p) - t_{B2} \cdot C_B \cdot F_B(p)}{C_B \cdot V_B \cdot \rho_B \cdot p + F_B \cdot C_B + K \cdot S}$$

Підставляємо $t_{B2}(p)$ в рівняння (3.11):

$$C_{\Pi} \cdot V_{\Pi} \cdot \rho_{\Pi} \cdot p \cdot t_K(p) + F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} \cdot t_K(p) + \alpha \cdot S \cdot t_K(p) = t_{\Pi} \cdot C_{\Pi} \cdot F_{\Pi}(p) - t_K \cdot C_{\Pi} \cdot F_{\Pi}(p) + \\ + t_{B1} \cdot C_B \cdot F_B(p) + F_B \cdot C_B \cdot t_{B1}(p) + K \cdot S \cdot t_K(p) - t_{B2} \cdot C_B \cdot F_B(p) \\ + K \cdot S \cdot \frac{t_{B1} \cdot C_B \cdot F_B(p) + F_B \cdot C_B \cdot t_{B1}(p) + K \cdot S \cdot t_K(p) - t_{B2} \cdot C_B \cdot F_B(p)}{C_B \cdot V_B \cdot \rho_B \cdot p + F_B \cdot C_B + K \cdot S}$$

Оскільки каналом керування є канал $F_B \rightarrow t_K$, то далі розглядаємо рівняння динаміки саме для цього каналу. Спрощуємо попереднє рівняння:

$$C_{\Pi} \cdot V_{\Pi} \cdot \rho_{\Pi} \cdot p \cdot t_K(p) + F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} \cdot t_K(p) + K \cdot S \cdot t_K(p) = \\ = K \cdot S \cdot \frac{t_{B1} \cdot C_B \cdot F_B(p) + K \cdot S \cdot t_K(p) - t_{B2} \cdot C_B \cdot F_B(p)}{C_B \cdot V_B \cdot \rho_B \cdot p + F_B \cdot C_B + K \cdot S}$$

Виконаємо перетворення:

$$\begin{aligned}
& C_{\Pi} \cdot V_{\Pi} \cdot \rho_{\Pi} \cdot C_{B} \cdot V_{B} \cdot \rho_{B} \cdot p^2 \cdot t_{K}(p) + C_{\Pi} \cdot V_{\Pi} \cdot \rho_{\Pi} \cdot (F_{B3} \cdot C_{B} + K \cdot S) \cdot p \cdot t_{K}(p) + \\
& + (F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} + K \cdot S) \cdot C_{B} \cdot V_{B} \cdot \rho_{B} \cdot p \cdot t_{K}(p) + (F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} + K \cdot S) \cdot (F_{B3} \cdot C_{B} + K \cdot S) \cdot t_{K}(p) = \\
& = K \cdot S \cdot (t_{B1} \cdot C_{B} - t_{B2} \cdot C_{B}) \cdot F_{B}(p) + K^2 \cdot S^2 \cdot t_{K}(p);
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& C_{\Pi} \cdot V_{\Pi} \cdot \rho_{\Pi} \cdot C_{B} \cdot V_{B} \cdot \rho_{B} \cdot p^2 \cdot t_{K}(p) + [C_{\Pi} \cdot V_{\Pi} \cdot \rho_{\Pi} \cdot (F_{B} \cdot C_{B} + K \cdot S) + \\
& + (F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} + K \cdot S) \cdot C_{B} \cdot V_{B} \cdot \rho_{B}] \cdot p \cdot t_{K}(p) + [(F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} + K \cdot S) \cdot (F_{B} \cdot C_{B} + \\
& + K \cdot S) - K^2 \cdot S^2] \cdot t_{K}(p) = K \cdot S \cdot (t_{B1} \cdot C_{B} - t_{B2} \cdot C_{B}) \cdot F_{B}(p).
\end{aligned}$$

Зведемо до канонічної форми:

$$\begin{aligned}
& \frac{C_{\Pi} \cdot V_{\Pi} \cdot \rho_{\Pi} \cdot C_{B} \cdot V_{B} \cdot \rho_{B}}{(F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} + K \cdot S) \cdot (F_{B} \cdot C_{B} + K \cdot S) - K^2 \cdot S^2} \cdot p^2 \cdot t_{K}(p) + \\
& + \frac{C_{\Pi} \cdot V_{\Pi} \cdot \rho_{\Pi} \cdot (F_{B} \cdot C_{B} + K \cdot S) + (F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} + K \cdot S) \cdot C_{B} \cdot V_{B} \cdot \rho_{B}}{(F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} + K \cdot S) \cdot (F_{B} \cdot C_{B} + K \cdot S) - K^2 \cdot S^2} \cdot p \cdot t_{K}(p) + \\
& + t_{K}(p) \frac{K \cdot S \cdot (t_{B1} \cdot C_{B} - t_{B2} \cdot C_{B})}{(F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} + K \cdot S) \cdot (F_{B} \cdot C_{B} + K \cdot S) - K^2 \cdot S^2} \cdot F_{B}(p) =
\end{aligned}$$

Введемо позначення:

$$\begin{aligned}
A &= \frac{C_{\Pi} \cdot V_{\Pi} \cdot \rho_{\Pi} \cdot C_{B} \cdot V_{B} \cdot \rho_{B}}{(F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} + K \cdot S) \cdot (F_{B} \cdot C_{B} + K \cdot S) - K^2 \cdot S^2} \\
B &= \frac{C_{\Pi} \cdot V_{\Pi} \cdot \rho_{\Pi} \cdot (F_{B} \cdot C_{B} + K \cdot S) + (F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} + K \cdot S) \cdot C_{B} \cdot V_{B} \cdot \rho_{B}}{(F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} + K \cdot S) \cdot (F_{B} \cdot C_{B} + K \cdot S) - K^2 \cdot S^2} \\
T &= \frac{K \cdot S \cdot (t_{B1} \cdot C_{B} - t_{B2} \cdot C_{B})}{(F_{\Pi} \cdot C_{\Pi} + K \cdot S) \cdot (F_{B} \cdot C_{B} + K \cdot S) - K^2 \cdot S^2}
\end{aligned}$$

Маємо рівняння:

$$A \cdot p^2 \cdot t_K(p) + B \cdot p \cdot t_K(p) + t_K(p) = T \cdot F_B(p); \quad (3.14)$$

Передатна функція каналу керування $F_B \rightarrow t_K$:

$$W_{F_B \rightarrow t_K}(p) = \frac{t_K(p)}{F_B(p)}$$

$$= \frac{W_{F_B \rightarrow t_K}(p)}{T} = \frac{T}{Ap^2 + Bp + 1} \quad (3.15)$$

$$= \frac{-4,938}{696,889p^2 + 133,21p + 1}$$

Підставивши необхідні для розрахунків нам величини та зробивши обернене перетворення за Лапласом, отримаємо перехідну характеристику каналу керування (рис. 3.2):

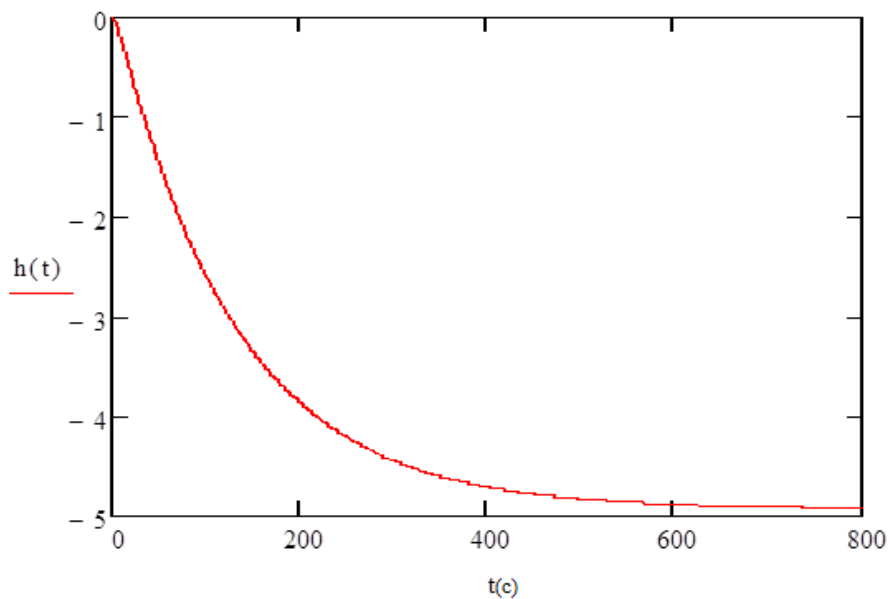


Рисунок 3.2 - Перехідна характеристика каналу $F_B \rightarrow t_K$

Висновки до розділу 3

У ході даного розділу було проведене математичне моделювання процесів у конденсаторі-холодильнику, були побудовані графіки статичного і динамічного режимів. Для цього було проаналізовано конденсатор-холодильник як теплообмінник, що має два входи і два виходи, відповідно вода охолоджує до необхідної температури інгібітор корозії. Модель будували за каналом керування – $F_B \rightarrow t_K$ (витрата води – температура інгібітору корозії.).

					ДП 52.10. 00.000.ПЗ	49
3	А	№ докум.	Під	Д		

4. СИНТЕЗ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ

4.1. Розрахунок надійності системи керування температури у стабілізаційній колоні

Забезпечення високого рівня надійності технічних засобів автоматизації (ТЗА) є важливою проблемою при розробці систем керування процесами хіміко – технологічних систем (ХТС).

Визначення шляхів підвищення надійності вимірювання температури у стабілізаційній колоні ХТС гідроочищення гасу із застосуванням його високотемпературної сепарації є основною задачею. Цю температуру використовують як опосередкований показник якості продукції і режимний параметр для керування тепло- та масообмінними процесами в колоні.

Було розглянуто такі групи заходів для підвищення надійності ТЗА: системні; структурні (схемні); конструктивні; експлуатаційні [6].

Згідно структурного методу було розглянуто доцільність резервування первинного перетворювача температури (ППТ) гасу, який знаходиться у найбільш складних умовах експлуатації у порівнянні з іншими пристроями системи вимірювання.

Дослідження полягало у розрахунку та порівнянні показників надійності системи вимірювання температури без резервування, $P_c(t)$, з резервуванням одним термоперетворювачем, $P_{c2}(t)$ та з резервуванням двома термоперетворювачами, $P_{c3}(t)$, що показано на рисунку.

Надійність оцінювали за ймовірністю безвідмовної роботи. Значення $P_c(t)$ розраховували за наступною формулою:

$$P_c(t) = P_1(t)P_2(t) \dots P_N(t) = \prod_{i=1}^N P_i(t), \quad (4.1)$$

де $P_i(t)$ – імовірність безвідмовної роботи i – го елемента системи; t – час.

Імовірність безвідмовної роботи окремого елемента визначали так:

$$P_i = \exp(-\lambda_s t), \quad (4.2)$$

де λ_i – інтенсивність відмов i – го елемента системи.

Розглянемо контур контролю температури гасу в трубопроводі:

Схема системи автоматичного контролю температури має вигляд:

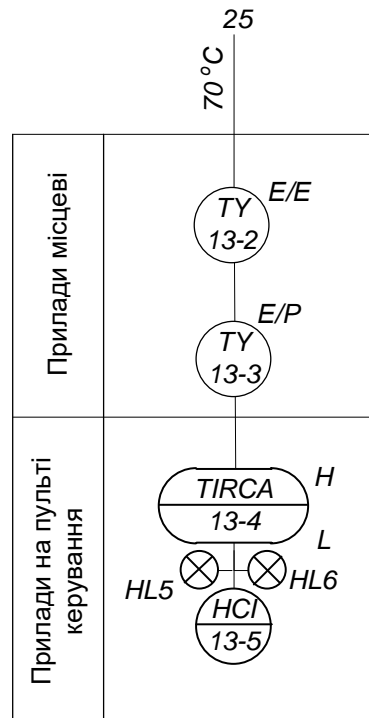


Рис 4.1. Схема системи автоматичного контролю температури: 13-1 – термоперетворювач опору; 13-2 – нормувальний перетворювач; 13-3 – перетворювач електропневматичний; 13-4 – прилад вторинний пневматичний, показувальний, реєструвальний; 13-5 – блок ручного управління; HL5, HL6 – лампа сигнальна електрична.

Структурну схему вимірювального каналу розробленого контуру автоматичного контролю витрати рідини представимо у вигляді:



Рис 4.2. Логічна структурна схема надійності системи.

Формула та графік імовірності безвідмовної роботи системи:

$$P_c(t) = \prod_{i=1}^8 e^{-t \cdot \lambda_i} = e^{-t \cdot \lambda_c}$$

$$\lambda_c = \sum_{i=1}^8 \lambda_i = 9,652 \cdot 10^{-5}$$

$$P_c = e^{-9,652 \cdot 10^{-5} \cdot t}$$

Таблиця 4.1. Значення інтенсивності відмов елементів схеми

Назва елемента	Поз. на схемі автоматизації	Тип Моделі	Поз. на логічній схемі надійності	Інтенсивність відмов $\lambda \times 10^6$, год ⁻¹
Термоперетворювач опору	13-1	ТСМ-8043Р	1	27
Перетворювач нормувальний одноканальний	13-2	Ш79	2	20
Перетворювач електропневматичний	13-3	МТМ 810	3	10
Кабель, 20 м			4	13
Прилад вторинний пневматичний, показувальний, реєструвальний зі станцією керування	13-4	ФК0071	5	25
Блок ручного управління	13-5	БРУ-7	6	0,4
Лапочка сигнальна	НЛ5	Лампа електрична сигнальна	7	0,4
Лапочка сигнальна	НЛ6	Лампа електрична сигнальна	8	0,4

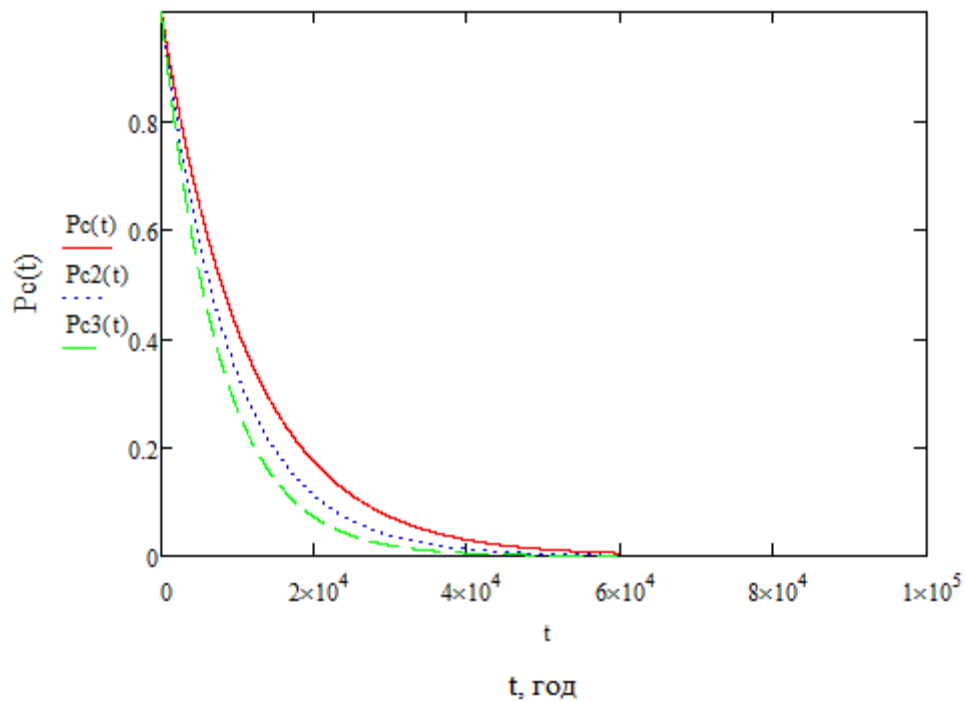


Рис. 4.4. Графіки ймовірностей безвідмовної роботи системи вимірювання

температури без резервування та з ним:

$P_c(t)$ – без резервування, $P_{c2}(t)$ – з резервуванням одного датчика, $P_{c3}(t)$ – з резервуванням двох датчиків

Отримані результати стали відправною точкою для з'ясування можливості досягнення $P_{c2}(t)$ або $P_{c3}(t)$ шляхом використання лише одного сучасного ППТ, з яким можна досягти сумірної оцінки надійності. Це, так званий конструктивний спосіб підвищення надійності.

За результатами розрахунків[9] $P_{c2}(t) = \exp(54 \cdot 10^{-6} t)$, таке значення взято за основу подальших досліджень. Виходячи з (2), інтенсивність відмов одного сучасного ППТ повинна бути не меншою $\lambda_{\text{нов}} = 54 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$ на відміну від існуючого ППТ, для якого $\lambda_1 = 27 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$. З'ясовано, що такі типи ППТ існують, зокрема, це перетворювачі типу ЭКТ-1, ТС-100, для яких становить $\lambda = 86 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$. Цей спосіб підвищення надійності вимірювання температури газу у стабілізаційній колоні визнано найбільш прийнятним.

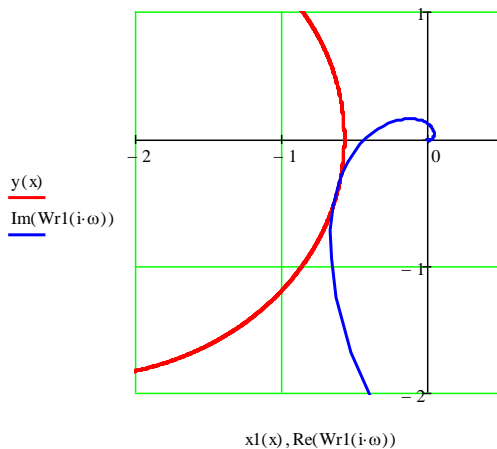
4.2. Налаштування параметрів регулятора у системі керування процесами у конденсаторі-холодильнику

4.2.1. Розрахунок системи з П - та ІІ – регуляторами методом М-кола

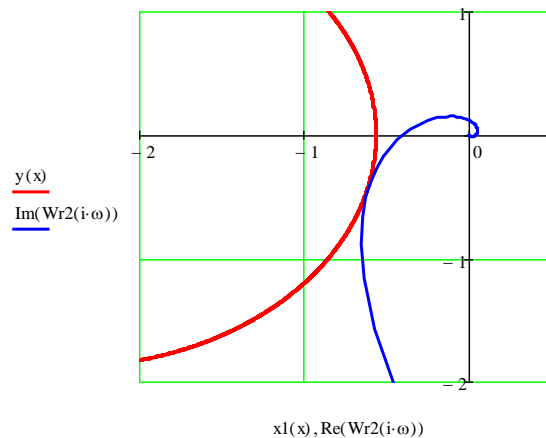
Канал керування – $F_B \rightarrow t_K$ (витрата води – температура інгібітору корозії.). Розрахуємо систему з регуляторами за допомогою методу М-кола. Реалізуємо розрахунок за допомогою програми “Mathcad”, на рис. 4.5. - документ *mathcad*:

$$\begin{aligned}
 T_i &:= 500 & k_1 &:= -1.9 & k_2 &:= -1.81 & i &:= \sqrt{-1} \\
 x &:= 0, 0.01.. 100 & \omega &:= 0, 0.01.. 100 & M &:= 1.3 & \tau &:= 7 \\
 W_o(s) &:= \frac{-4.938}{696.889 \cdot s^2 + 133.21 \cdot s + 1} & W_{zap}(s) &:= \frac{1 - \frac{\tau}{2} \cdot s + \frac{\tau^2}{12} \cdot s^2}{1 + \frac{\tau}{2} \cdot s + \frac{\tau^2}{12} \cdot s^2} \\
 W_{reg1}(s) &:= k_1 & W_{reg2}(s) &:= k_2 \cdot \left(1 + \frac{1}{T_i \cdot s}\right) \\
 W_r1(s) &:= W_o(s) \cdot W_{reg1}(s) \cdot W_{zap}(s) & W_r2(s) &:= W_o(s) \cdot W_{reg2}(s) \cdot W_{zap}(s) \\
 R_{\omega} &:= \frac{M}{M^2 - 1} = 1.884 & L_{\omega} &:= \frac{M^2}{M^2 - 1} = 2.449 \\
 x_1(x) &:= R \cdot \sin(x) - L & y(x) &:= R \cdot \cos(x)
 \end{aligned}$$

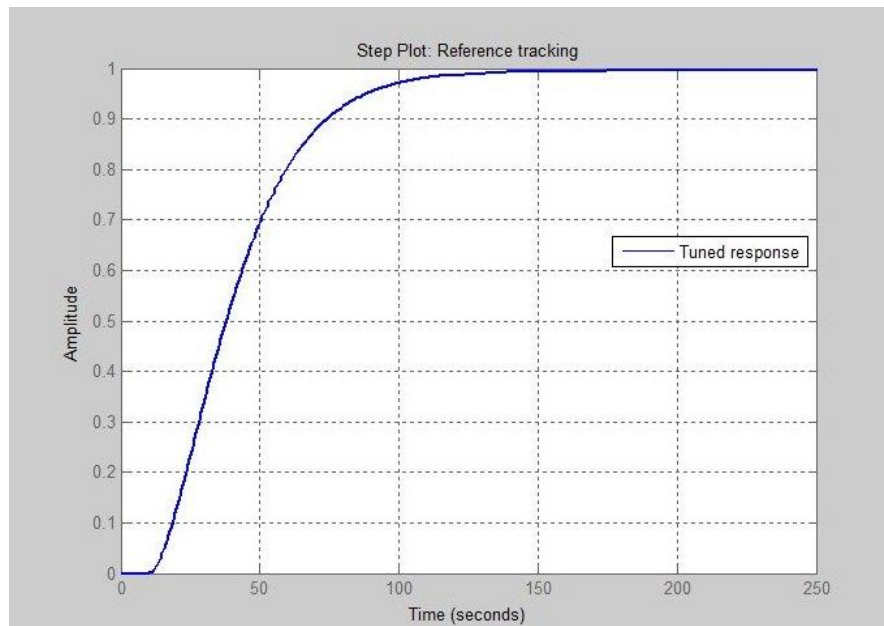
a)



б)



в)



Controller Parameters	
	Tuned
P	0.60889
I	0.0075715
D	
N	

Performance and Robustness	
	Tuned
Rise time	55.4 seconds
Settling time	108 seconds
Overshoot	0 %
Peak	0.999
Gain margin	14.2 dB @ 0.105...
Phase margin	70 deg @ 0.023...
Closed-loop sta...	Stable

а)

б)

Рис. 4.8. Результат роботи *PID Tuning Toolbox*: а) Перехідна характеристика ПІ-регулятора б) виведені коефіцієнти регулятора та критерії якості

4.2.3. Налаштування регулятора за допомогою інтерактивного середовища *SISOTool*

Інтерактивне середовище *SISOTool* використовується для вирішення завдання синтезу коригуючого пристрою (регулятора) і попереднього фільтра

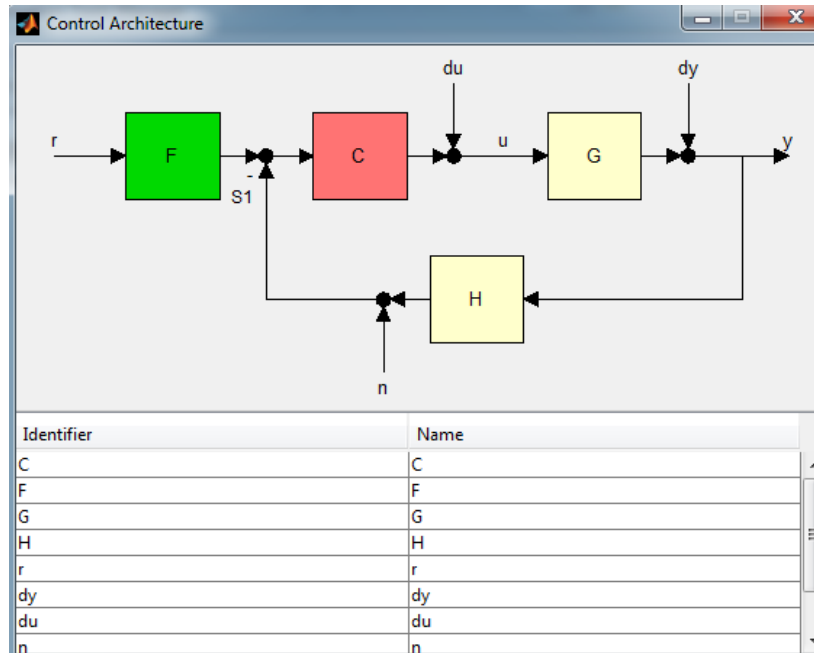


Рис. 4.10. Архітектура системи, що будемо досліджувати: G – *plant* (математична модель об'єкта), H – *sensordynamics* (давач, що вимірює вихідну величину), F – *prefilter* (фільтр), C – *compensator* (регулятор)

Задаємо потрібні налаштування для підбору настройок регулятора, його тип, критерій налаштування.

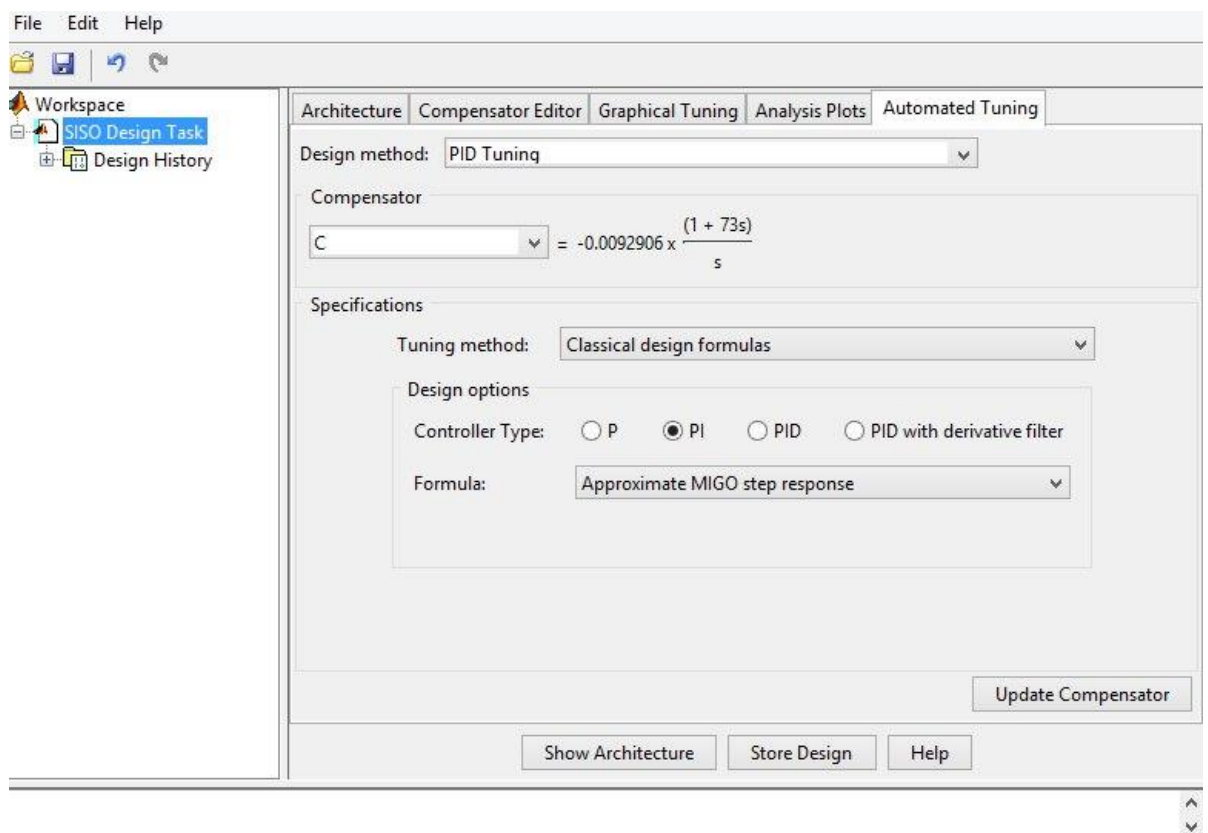


Рис. 4.11. Налаштування настройок регулятора.

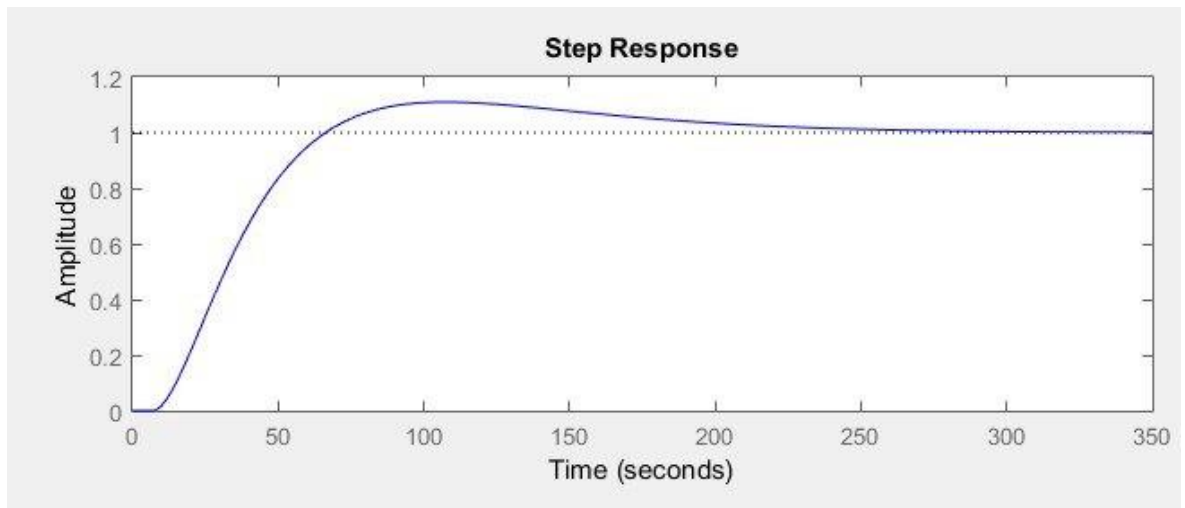


Рис. 4.12. Реакція налаштованої системи на ступінчатий сигнал.

Побудуємо графік, де будуть побудовані перехідні характеристики, які буди побудовані вище у розділі 4.2.

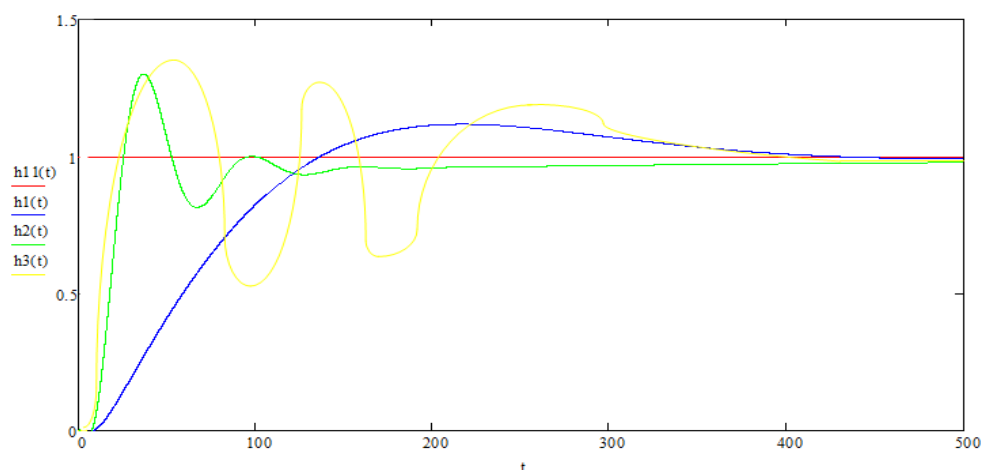


Рис. 4.13. Перехідні характеристики, отримані у результаті налаштування параметрів у системі керування з регуляторами, де: $h1(t)$ – одиниця, $h1(t)$ – налаштування регулятора за допомогою *SISOTool*, $h2(t)$ – налаштування регулятора методом М-кола, $h3(t)$ – налаштування регулятора за допомогою *PID Tuning Toolbox*

З графіку робимо висновки: М-коло швидше виходить на усталений рівень, але дає невелику похибку, а *SISOTool* працює без похибки, але виходить довге на усталений рівень.

Висновок до розділу 4

У цьому розділі розглядали шляхи покращення надійності системи керування та налаштування регуляторів.

Для покращення надійності системи керування було надано декілька варіантів, які за рахунок вищого наробітку до відмов збільшують час роботи приладу. Найефективнішим виявилось підібрати датчик, який має більшу ймовірність безвідмовної роботи.

Окрім того, під час налаштування регуляторів було виявлено, що ІІІ – регулятор є кращим для роботи системи, адже він не має статичної похибки (на відміну від ІІ – регулятора) адже має інтегральну складову, яка забезпечує нульову помилку. Також, було налаштовано ІІІ – регулятор декількома програмними способами *Matlab: SISO Tool* та *PID Tuning Toolbox*. Кращими для налаштування стали *SISOTool* та М-коло, так як вони швидше виходять на усталений рівень.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

В процесі гідроочищення гасу маємо справу із парою, високою та низькою температурою і різноманітними хімічними речовинами, що являються відходами в процесі виробництва, установками, що працюють під тиском, кріогенним устаткуванням. Тому для забезпечення безпеки потрібно строго виконувати заданий режим, безперервно слідкувати за роботою апаратури, забороняється залишати її без нагляду.

Цей розділ розроблено для дипломного проекту на тему: “Автоматизація гідроочищення гасу з використанням високотемпературної сепарації”. При проектуванні було розроблено заходи, що забезпечують безпеку персоналу виробництва в процесі експлуатації приладів, засобів автоматизації, щитових пристроїв системи автоматики у відповідності до Державних актів, що забезпечують виконання Закону України «Про охорону праці».

При обслуговуванні системи автоматизації, оператор знаходиться в операторській. Площа операторської 9 м², висота 3 м, в ній працює 3 оператора.

На робочому місці оператора наявні наступні шкідливі та небезпечні виробничі фактори:

- виробничий шум;
- повітря робочої зони;
- виробниче освітлення;
- електробезпека;
- пожежна безпека.

5.1. Виробничий шум

Одними з джерел шуму є вентилятори і насоси, гучність роботи яких сягає 80-100 дБА. Тривалий вплив інтенсивного шуму (вище 80 дБА) на слух приводить до його часткової або повної втрати. Відповідно до ДСН 3.3.6037-99, для наладчика, ця гучність не повинна перевищувати 80 дБ, тому приймаються наступні міри для її зниження. Оскільки шум від вентиляційного агрегату поширюється через повітряне середовище, по будівельних конструкціях і через стінки повітропроводів, боротьба з шумом може здійснюватися, методом зниження початкової гучності вентиляційного агрегату і насосів, ізоляцією агрегатів за допомогою віброзахисних елементів. Амортизатори вібрацій виготовляють зі сталевих пружин чи гумових прокладок. Фундаменти під відцентрові насоси ізолюють азбестом, для зменшення вібрації. Застосовують також звукопоглинаючі матеріали, такі як скловолокно, поролон для повітропроводів і обличкування вентиляційних систем.

Шкідливий вплив шуму на організм людини досить різноманітний. Працюючі в умовах тривалого шумового впливу випробують зниження пам'яті, запаморочення, підвищену стомлюваність, дратівливість і ін. До об'єктивних симптомів шумової хвороби відносяться: зниження слухової чутливості, зміна функцій травлення, що виражається в порушенні кислотно-лужного балансу у шлунку, серцево-судинна недостатність, нейроендокриновий розлад.

У процесі гідроочищення гасу головними джерелами шуму й вібрації можуть бути вентилятори, електродвигуни, насоси, посудини, що працюють під тиском.

Як індивідуальні засоби захисту від шуму, використовують легкі противошумні вкладки, що вставляються у вуха. Для захисту від вібрації,

					ДП 52.10. 00.000.ПЗ	64
3	А	№ докум.	Під	Д		

переданої людині через ноги, використовується взуття на товстій гумовій підошві.

До організаційних заходів відносять раціональне розташування виробничих ділянок, устаткування та робочих місць, постійний контроль режиму праці і відпочинку працівників, обмеження застосування обладнання та використання робочих місць, що не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам. Для персоналу забезпечується гучність 50-60 дБА.

В результаті, до ДСН 3.3.6037-99. Відповідно

5.2 Хімічний склад робочої зони

Речовини що являються відходами в процесі гідроочищення гасу є в тій чи іншій мірі *шкідливими (або виробничими отрутами)*.

Патологічні процеси, що розвиваються під дією виробничих отрут, спричиняють в організмі людини до порушення функціонального і структурного стану, необхідного для його нормальної життєдіяльності.

Характер і ступінь таких змін під дією отрути обумовлений їх концентрацією (дозою), часом дії і періодом виведення (елюмінації) з організму. Токсичний ефект хімічних речовин залежить від індивідуальних властивостей особистості, що визначається станом здоров'я людини.

Промислові отрути можуть чинити на організм людини як місцеву, так і загальну дію.

Гігієнічне нормування шкідливих речовин проводять по гранично допустимих концентраціях (ГДК, мг/м³) у відповідності з нормативними документами: для робочих місць визначається гранично допустима концентрація в робочій зоні – ГДК_{рз}. Гігієнічне нормування вимагає, щоб фактична концентрація забруднюючої речовини не перевищувала ГДК ($C_{\text{факт}} \leq 1$).

					ДП 52.10. 00.000.ПЗ	65
3	А	№ докум.	Під	Д		

ГДКрз – це максимальна концентрація, що при щоденній (крім вихідних днів) роботі у продовження 8 год чи при іншій тривалості, але не більш 41 год у тиждень, протягом усього стажу (25 років) не може викликати захворювань чи відхилень стану здоров'я, що виявляються сучасними методами досліджень у процесі роботи чи у віддалений період життя сучасного і наступних поколінь.

Для запобігання професійним отруєнням служать технологічні, технічні, санітарно-гігієнічні та лікувально-профілактичні заходи та засоби. Радикальним способом захисту є заміна отруйних неотруйними або менш токсичними речовинами, дотримання правил безпеки і виробничої санітарії, введення нових технологій, санітарно-гігієнічна експертиза хімічних речовин, їх гігієнічна стандартизація, комплексна механізація та автоматизація виробничих процесів.

Ефективним заходом профілактики на виробництвах, де використовують високо-отруйні речовини, є впровадження дистанційного управління або безперервності технологічних процесів, за рахунок яких усувається порушення герметичності обладнання.

Суттєво впливають на рівень професійної токсикології санітарно-гігієнічні засоби: обладнання ефективною природної та штучної припливно-витяжної вентиляції, а в разі потреби - аварійної механічної вентиляції, розробка і впровадження систем кондиціонування повітря з використанням автоматичної і контрольно-вимірювальної апаратури, яка сигналізує про наявність шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

До лікувально-профілактичних заходів належить обов'язкова реєстрація всіх випадків професійних отруєнь та їх розслідування з метою виявлення та усунення їх причин. Обов'язкові попередні й наступні медичні огляди, результати яких є підставою для розробки відповідних заходів запобігання та переведення працівників на іншу роботу і спеціального лікування.

Серед організаційних заходів законодавчо передбачена скорочена тривалість робочого дня, додаткові відпустки, безплатне спеціальне й лікувально-профілактичне харчування, підвищений рівень заробітної плати, скорочений термін виходу на пенсію.

За станом повітря виробничої зони необхідно здійснювати систематичний контроль з метою порівняння його з гігієнічними нормативами. Крім наведеного роботодавець має забезпечувати всіх працюючих ЗІЗ органів дихання, спеціальним одягом, спеціальним взуттям, засобами захисту рук, обличчя, очей.

Для очищення робочого середовища від шкідливих речовин що можуть у нього потрапляти, а також для подачі свіжого повітря використовується *припливно-витяжна вентиляція*.

Засоби індивідуального захисту є допоміжною мірою захисту працівників цеху від шкідливої дії професійних факторів. Для захисту дихальних шляхів використовують *протигази ИП-4М*. Для захисту очей використовуються *захисні окуляри*.

Працівники отримують захисний одяг – індивідуальний спецодяг – від впливу продуктів, газів, високих та низьких температур:

- бавовняні костюми ;
- рукавиці спеціальні , гумові технічні рукавички ;
- захисні окуляри ;
- захисні каски ;
- захисні щитки лицьові ;
- гумові чоботи, черевики МБС, підбиті цвяхами, що не дають іскри.

Знаходження обслуговуючого персоналу на робочому місці без спецодягу заборонено.

Індивідуальні фільтруючі протигази зберігаються в спеціальних шафах з комірками. Передача протигаза однією особою іншій забороняється.

До засобів нормалізації освітлення виробничих приміщень і робочих місць ставляться освітлювальні прилади, світлові прорізи.

Додатково до технологічних заходів системами опалення й вентиляції повітряне середовище в приміщеннях доводиться до вимог санітарних норм і правил техніки безпеки.

Опалення виробничих приміщень – повітряне, сполучене із приточною вентиляцією.

Показниками, що характеризують мікроклімат, є:

- 1) температура повітря;
- 2) відносна вологість повітря;
- 3) швидкість руху повітря;
- 4) інтенсивність теплового випромінювання.

Фактичні метеорологічні умови в операторській для роботи середньої важкості.

- Температура повітря, °С

Перехідний та холодний період року – 18-24 °С.

Теплий період року – 19-28 °С.

Фактичні метеорологічні умови – 21-24 °С.

- Відносна вологість повітря, %

Холодний період року – 45-65 %.

Теплий період року – 40-75 %.

Фактичні метеорологічні умови – 35-60 %.

- Швидкість руху повітря, м/с

Холодний період року – 0,15 м/с.

Теплий період року – 0,25 м/с.

Фактичні метеорологічні умови – 0,08м/с.

					<i>ДП 52.10. 00.000.ПЗ</i>	
3	А	<i>№ докум.</i>	<i>Під</i>	<i>Д</i>		68

5.3 Виробниче освітлення

У денний час в операторській передбачене денне освітлення згідно ДНБ В 25.28-2006. Роботи, виконувані в операторській, пов'язані зі зняттям показань з контрольно-вимірювальної апаратури, відносяться до III розряду зорових робіт.

У приміщенні КВП (контроль вимірювальних пристроїв) маються вікна розміром 3300x2300 мм. Вони забезпечують значення коефіцієнта природного освітлення 8 - 10 %.

Коефіцієнт природного освітлення для даного розряду робіт при верхньому і комбінованому освітленні складає 8 %. Отже, фактичне значення КПО відповідає нормам.

У темний час доби використовують штучне висвітлення. По ДНБ В 25.28-2006 освітленість відповідна III розряду зорових робіт при газорозрядних лампах повинна бути $E_n=250$ Лк, $F_l=2800$ Лм світловий потік газорозрядних ламп;

Прийmemo лампи типу ЛДЦ15-4.

Поставимо 9 світильників, що забезпечать освітленість приміщення для даного розряду зорових робіт. При цьому $E_{факт}=275$ Лк. $E_{нор}=250$ Лк.

Освітленість приміщення відповідає нормам відповідно до ДНБ В 25.28-2006.

5.4 Електробезпека

Відповідно до правил улаштування електроустановок цех виробництва за небезпекою електротравм відноситься до приміщення *без підвищеної небезпеки*.

В приміщенні застосовується *трифазна чотирипровідна мережа напругою 380 В з глухозаземленою нейтраллю*. У цьому випадку захисне

					ДП 52.10. 00.000.ПЗ	69
3	А	№ докум.	Під	Д		

заземлення не є досить надійним захистом щодо профілактики електротравм. Більш ефективним засобом попередження

електротравм при замиканні на корпус у даному випадку вважається *занулення* – навмисне електричне з'єднання неструмовідних елементів електроустановки, які можуть опинитися під напругою в результаті замикання на корпус, з нульовим проводом.

Система технічних засобів і заходів з електробезпеки.

Основні технічні засоби і заходи що застосовуються для забезпечення електробезпеки при нормальному режимі роботи електроустановок в цеху включають:

- *ізоляція струмовідних частин* - забезпечує технічну працездатність електроустановок, зменшує вірогідність попадань людини під напругу, замикань на землю і на корпус електроустановок;

- *недоступність струмовідних частин* – застосовуються захисні огороження, закриті комутаційні апарати, неізольовані струмовідні частини розміщуються на висоті, недосяжній для ненавмисного доторкання до них інструментом, різного роду пристосуваннями, обмежується доступ сторонніх осіб в електротехнічні приміщення;

- *блоківки безпеки* - унеможливають доступ до неізольованих струмовідних частин без попереднього зняття з них напруги, попереджують помилкові оперативні та керуючі дії персоналу при експлуатації електроустановок, не допускають порушення рівня електробезпеки та вибухозахисту електрообладнання;

- *засоби орієнтації в електроустановках* - дають можливість персоналу чітко орієнтуватися при монтажі, виконанні ремонтних робіт і запобігають помилковим діям.

Система електрозахисних засобів.

Основні електрозахисні засоби для роботи з електричним обладнанням в цеху:

					ДП 52.10. 00.000.ПЗ	70
3	А	№ докум.	Під	Д		

- ізолювальні штанги;
- ізолювальні кліщі;
- електровимірювальні кліщі;
- покажчики напруги;
- діелектричні рукавички;
- інструмент з ізолювальним покриттям;
- діелектричне взуття;
- сигналізатори напруги;
- захисні огороження (щити, ширми);
- переносні заземлення;

5.5 Пожежна безпека

При обслуговуванні системи автоматизації, оператор знаходиться в операторській. Площа операторської 9 м², висота 3 м, в ній працює 3 оператора. Тому, приміщення відповідає класу В, зона П-І.

У цеху підвищена пожежна небезпека відсутня, так як в процесі не використовуються легкозаймисті та вибухонебезпечні речовини, але повинна існувати система попередження вибухів і пожеж.

Система попередження вибухів і пожеж.

Попередження утворення пожежі в цеху очищення води забезпечується наступними загальними заходами:

- підтримуються відповідні значення температур та тиску середовища, за яких поширення полум'я виключається;
- максимально механізовані та автоматизовані технологічні процеси;
- видаляються пожежонебезпечні відходи виробництва.
- використовуються машини, механізми, устаткування, пристрої, при експлуатації яких не утворюються джерела запалювання;
- використовуються швидкодійні засоби захисного відключення

					<i>ДП 52.10. 00.000.ПЗ</i>	
3	А	<i>№ докум.</i>	<i>Під</i>	<i>Д</i>		71

можливих джерел запалювання;

- використовуються технологічні процеси і устаткування, що задовольняє вимогам статичної іскробезпеки;

- температури нагріву поверхні машин, устаткування, пристроїв, речовин і матеріалів, які можуть увійти в контакт з горючим середовищем, підтримуються нижче гранично допустимої, яка не повинна перевищувати 80% температури самозаймання горючого середовища;

- виключається можливість появи іскрового розряду в горючому середовищі з енергією, яка дорівнює або перевищує мінімальну енергію запалювання;

- використовується інструмент, робочий одяг і взуття, які не викликають іскроутворення при виконанні робіт;

- зменшується розмір горючого середовища нижче гранично допустимого за горючістю;

- виконуються вимоги чинних стандартів, норм та правил пожежної безпеки;

- використовується електроустаткування, що відповідає за своїм виконанням пожежонебезпечним та вибухонебезпечним зонам, групам та категоріям вибухонебезпечних сумішей.

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті були розроблена схема автоматизації процесу гідроочищення гасу з використанням високотемпературної сепарації, принципова електрична схема та монтажно-комутаційна схема до технологічних блокувань двигунів, а також демонстраційне програмне забезпечення, що дозволяє наочно вивчити принцип роботи блокувань. В дипломі, як оригінальна частина, було розраховано витратомір змінного перепаду тиску та похибка вимірювального каналу. Для конденсатора-холодильника була розроблена математична модель, як об'єкта керування. Показані входи і виходи в апарат, класифікація об'єкта, і побудова статичної на динамічної характеристик апарату. Було налаштовано ПІ-регулятор за допомогою різних методів. Був проведений розрахунок надійності системи та проаналізовані шляхи покращення її безвідмовної роботи. Надано рекомендації з охорони праці у процесі гідроочищення гасу, що відповідають чинному законодавству України.

					ДП 52.10. 00.000.ПЗ	73
3	А	№ докум.	Під	Д		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лукінюк М. В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Автоматизація і комп'ют.-інтегр. технології / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 236 с.

2. И.А. Елизаров, Ю.Ф.Мартемьянов, А.Г. Схиртладзе, С.В. Фролов. Технические средства автоматизации. Программно-технические комплексы и контроллеры: Учебное пособие. М.: «Издательство Машиностроение-1», 2004г. 180с.

3. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. – М.: Машиностроение, 1978.- 736 с.

4. Метрологія та технологічні вимірювання в хімічній промисловості / Й. І. Стенцель, В. В. Тіщук. - Луганськ : Східноукраїнський держ. ун-т, Сєвєродонецький технологічний ін-т, 2000. Ч.1. - 263 с. ISBN 966-590-229-6

5. Курьлев Е. С., Герасимов Н. А., Холодильные установки, Москва-Ленинград, 1970, 608 с.

6. Половко А. М. Основы теории надёжности. – М.: Наука, 1964. – 446 с. – 1000 экз. – ISBN 5-94157-542-4

					ДП 52.10. 00.000.ПЗ	74
3	А	№ докум.	Під	Д		

Специфікація устаткування, виробів та матеріалів

Додаток 1

Позиція на схемі	Назва параметра	Середовище, місце відбору інформації	Граничне значення параметра	Місце монтажу	Назва, технічна характеристика	Тип, марка моделі	Завод-виробник	Кількість, од.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Устаткування та прилади								
1-1	Тиск	Реактор	3,9 МПа	Місцевий	Манометр з пластинчатою пружиною (діафрагмою) типу 422.22, діапазон вимірювання 0 – 4,0 МПа, класом точності 1.6.	T422.22	«Wika», Німеччина	1
1-2	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Щит керування	Прилад вторинний пневматичний, показувальний, ресструвальний зі станцією керування $P_{вх} = 20 \div 100$ кПа	ФК0071	АТ «Гизприбор», м. Москва	1
1-3	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Щит керування	Блок ручного управління. БРУ - 7 : ~ 220 (+ 22 , -33) В , (50 ± 1) Гц змінного струму або 24 (± 4) В постійного струму	БРУ-7	«ВАТ «Підприємство «МІКРОЛ»», м.Івано-Франківськ	1
1-4	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Місцевий	Механізм виконавчий пневматичний, прямої дії з позиціометром ПП-1.25 і боковим дублером	МИМП ППХ 05	ВАТ «Прикарпатпромататура», м. Івано-Франківськ	1
2-1	Витрата	Трубопровід, повітря	___ " ___	Трубопровід 3;	Діафрагма камерна, $P_u = 0,6$ МПа, внутрішній діаметр трубопроводів 100 мм	ДКС 0,6–100	ВАТ «Промприлад», м. Івано-Франківськ	2
3-1	Витрата	Трубопровід, вода	___ " ___	Трубопровід 1;				
2-2 3-2	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Місцевий	Тензоперетворювач різниці тиску з квадратичною функцією перетворення,	Сапфір 22ДД 2450	ВАТ «Промприлад», м. Івано-Франківськ	2

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП 52.10. 00.000.ПЗ

Арк.

74

					$P_{\text{доп.}} = 2,5 \text{ МПа}$, Гранично допустима похибка $\pm 0,25 \%$, $I_{\text{вих}} = 4 \dots 20 \text{ мА}$			
2-3 3-3	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Місцевий	Індикація та реєстрація та за допомогою пневматичного регулятора	ПКР.1	ВАТ «Тизприбор», м. Смоленськ	1
3-4	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Місцевий	Пристрій регулюючий пневматичний пропорційно - інтегральні співвідношення, що входять в систему СТАРТ	ПРЗ.33-М1	ВАТ «Тизприбор», м. Смоленськ	1
3-5	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Щит керування	Блок ручного управління. БРУ - 7 : $\sim 220 (+ 22, - 33) \text{ В}$, $(50 \pm 1) \text{ Гц}$ змінного струму або $24 (\pm 4) \text{ В}$ постійного струму	БРУ-7	ВАТ «Підприємство «МІКРОЛ»», м.Івано-Франківськ	1
3-6	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Місцевий	Механізм виконавчий пневматичний, прямої дії з позиціометром ПП-1.25 і боковим дублером	МИМП ППХ 05	ВАТ «Прикарпатпроматура», м. Івано-Франківськ	1
5-1	Температура	Трубчаста піч	480 °С	Трубчаста піч 3	Термоперетворювач опору типу ПКТ-40С з уніфікованим вихідним сигналом, вихідний сигнал - $0 \dots 5 \text{ В}$, $0 \dots 10 \text{ В}$., діапазон вимірювання мінус $50 \dots 600 \text{ } ^\circ\text{С}$	ПКТ-40С	НВО «Термоприлад», м. Львів	1
4-1	Температура	Теплообмінник	___ " ___	Реактор 1	Термоперетворювач опору типу ТСМУ з уніфікованим вихідним сигналом, гранично	ТСМУ-0288	НВО «Електротермія», м. Луцьк	3
6-1	Температура	Теплообмінник	125 °С	Теплообмінник 6				

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП 52.10. 00.000.ПЗ

Арк.

75

7-1	Температура	Теплообмінник	105 °С	Теплообмінник 6	допустима похибка 1 %, діапазон вимірювання 0...200 °С, робочий тиск Р= 25 МПа			
4-2, 5-2, 6-2, 7-2	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Щит керування	Мікропроцесорний регулятор з функцією контролю, індикації. 8 уніфікованих аналогових входів, сигнали постійного струму 0-5мА, 0-20мА, 4-20мА; 0-10В по ГОСТ26.011-80	МІК-52	ВАТ «Підприємство «МІКРОЛ»», м.Івано-Франківськ	4
4-3, 5-3, 6-3, 7-3	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Щит керування	Блок ручного управління. БРУ - 7 : ~ 220 (+ 22 , -33) В , (50 ± 1) Гц змінного струму або 24 (± 4) В постійного струму	БРУ-7	ВАТ «Підприємство «МІКРОЛ»», м.Івано-Франківськ	4
4-4, 5-4, 6-4, 7-4	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Місцевий	Перетворювач електропневматичний, Івх = 0...5 мА, Рвих = 20...100 кПа	МТМ 810	НВП «Мікротерм», м. Сіверодонецьк	4
4-5, 5-5, 6-5, 7-5	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Місцевий	Механізм виконавчий пневматичний, прямої дії з позиціометром ПП-1.25 і боковим дублером	МИМП ППХ 05	ВАТ «Прикарпатпромататура», м. Івано-Франківськ	4

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП 52.10. 00.000.ПЗ

Арк.

76

8-1	Витрата	Трубопровід, інгібітор	___ " ___	Трубопровід 36;	Діафрагма камерна, $P_y = 0,6$ МПа, внутрішній діаметр трубопроводів 40 мм	ДКС 0,6–100	ВАТ «Промприлад», м. Івано-Франківськ	1
9-1	Витрата	Трубопровід, свіжий газ	___ " ___	Трубопровід 30;	Діафрагма камерна, $P_y = 0,6$ МПа, внутрішній діаметр трубопроводів 100 мм	ДКС 0,6–100	ВАТ «Промприлад», м. Івано-Франківськ	2
10-1	Витрата	Трубопровід, свіжий газ	___ " ___	Трубопровід 30;				
8-2 9-2 10-2	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Місцевий	Тензоперетворювач різниці тиску з квадратичною функцією перетворення, $P_{\text{доп.}} = 2,5$ МПа, Гранично допустима похибка $\pm 0,25$ %, $I_{\text{вих}} = 4 \dots 20$ мА	Сапфір 22ДД 2450	ВАТ «Промпри- лад», м. Івано- Франківськ	3
8-3 9-3	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Місцевий	Індикація та реєстрація та за допомогою пневматичного регулятора	ПКР.1	ВАТ «Тизприбор», м. Смоленськ	2
9-4	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Місцевий	Пристрій регулюючий пневматичний пропорційно - інтегральні співвідношення, що входять в систему СТАРТ	ПР3.33-М1	ВАТ «Тизприбор», м. Смоленськ	1

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП 52.10. 00.000.ПЗ

Арк.

77

9-5	— " —	— " —	— " —	Щит керування	Блок ручного управління. БРУ - 7 : ~ 220 (+ 22 , -33) В , (50 ± 1) Гц змінного струму або 24 (± 4) В постійного струму	БРУ-7	ВАТ «Підприємство «МІКРОЛ»», м.Івано-Франківськ	1
9-6	— " —	— " —	— " —	Місцевий	Механізм виконавчий пневматичний, прямої дії з позиціометром ПП-1.25 і боковим дублером	МИМП ППХ 05	ВАТ «Прикарпатпромататура», м. Івано-Франківськ	1
10-3	— " —	— " —	— " —	Щит керування	Індикація, реєстрація та регулювання температури за допомогою пневматичного регулятора	ПВ 10.1Е	ВАТ «Тизприбор», м. Смоленськ	1
10-4	— " —	— " —	— " —	Щит керування	Блок ручного управління. БРУ - 7 : ~ 220 (+ 22 , -33) В , (50 ± 1) Гц змінного струму або 24 (± 4) В постійного струму	БРУ-7	ВАТ «Підприємство «МІКРОЛ»», м.Івано-Франківськ	1
10-5	— " —	— " —	— " —	Місцевий	Механізм виконавчий пневматичний, прямої дії з позиціометром ПП-1.25 і боковим дублером	МИМП ППХ 05	ВАТ «Прикарпатпромататура», м. Івано-Франківськ	1
11-1, 18-1, 19-1, 20-1, 21-1, 22-1	Тиск	Реактор	3,3 МПа	Місцевий	Манометр з пластинчатою пружиною (діафрагмою) типу 422.22, діапазон вимірювання 0 – 4,0 МПа, класом точності 1.6.	T422.22	«Wika», Німеччина	6

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП 52.10. 00.000.ПЗ

Арк.

78

11-2, 18-2, 19-2, 20-2, 21-2, 22-2	Тиск	— " —	— " —	Щит керування	Індикатор технологічний мікропроцесорний одноканальний, з функцією сигналізації; вхідні сигнали: 0...75 мВ, 0...200 мВ, 0...2 В, 0...10 В, 0...5 мА, 4...20 мА; виходи: 1 аналоговий і 2 дискретні; НСХ перетворювачів: термоелектричних – А-1, В, К, L, S, опору – 50П, 100П, 50М, 100М; допустима зведена похибка 0.2%, RS-232/485	ІТМ-20У	ВАТ «Підприємство «МІКРОЛ»», м.Івано-Франківськ	6
12-1	Рівень	Стабілізаційна колона	— " —	Стабілізаційна колона 17	Рівнемір буйковий з пневматичним передавальним перетворювачем, $L_{max} = 4$ м, $R_{доп} = 4$ МПа, $R_{вих} = 20 \div 100$ кПа	УБ-ПВ	ВО «Теплоприбор», м. Рязань	1
12-2	— " —	— " —	— " —	Щит керування	Прилад вторинний пневматичний, показувальний, ресטרвальний зі станцією керування $R_{вх} = 20 \div 100$ кПа	ФК0071	АТ «Гизприбор», м. Москва	1
12-3	— " —	— " —	— " —	Щит керування	Блок ручного управління. БРУ - 7 : ~ 220 (+ 22 , -33) В , (50 ± 1) Гц змінного струму або 24 (± 4) В постійного струму	БРУ-7	ВАТ «Підприємство «МІКРОЛ»», м.Івано-Франківськ	1
12-4	— " —	— " —	— " —	Місцевий	Механізм виконавчий пневматичний, прямої дії з позиціометром ПП-1.25 і боковим дублером	МИМП ППХ 05	ВАТ «Прикарпатпромататура», м. Івано-Франківськ	1

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП 52.10. 00.000.ПЗ

Арк.

79

13-1	Температура	Конденсатор-холодильник	70 °С	Конденсатор-холодильник 13	Термоперетворювач опору типу ЭКТ-1,6 з уніфікованим вихідним сигналом, гранично допустима похибка 1 %, діапазон вимірювання 35...80 °С	ЭКТ-1,6	ООО НПП "Теплотехника", м Октябрьский, Республіка Башкортостан.	1
13-2	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Щит керування	Мікропроцесорний регулятор з функцією контролю, індикації. 8 уніфікованих аналогових входів, сигнали постійного струму 0-5мА, 0-20мА, 4-20мА; 0-10В по ГОСТ26.011-80	МК-52	ВАТ «Підприємство "МІКРОЛ"», м.Івано-Франківськ	1
13-3	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Щит керування	Блок ручного управління. БРУ - 7 : ~ 220 (+ 22 , -33) В , (50 ± 1) Гц змінного струму або 24 (± 4) В постійного струму	БРУ-7	ВАТ «Підприємство "МІКРОЛ"», м.Івано-Франківськ	1
13-4	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Місцевий	Перетворювач електропневматичний, I _{вх} = 0...5 мА, Р _{вих} = 20...100 кПа	МТМ 810	НВП «Мікротерм», м. Сіверодонецьк	1
13-5	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Місцевий	Механізм виконавчий пневматичний, прямої дії з позиціометром ПП-1.25 і боковим дублером	МИМП ППХ 05	ВАТ «Прикарпатпромататура», м. Івано-Франківськ	1
14-1	Витрата	Трубопровід, зрошувач	___ " ___	Трубопровід 28;	Діафрагма камерна, Р _у = 0,6 МПа, внутрішній діаметр трубопроводів 100 мм	ДКС 0,6–100	ВАТ «Промприлад», м. Івано-Франківськ	1
15-1	Витрата	Трубопровід,	___ " ___	Трубопровід	Діафрагма камерна, Р _у = 0,6	ДКС 0,6–100	ВАТ	1

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП 52.10. 00.000.ПЗ

Арк.

80

		газосировинна суміш		35;	МПа, внутрішній діаметр трубопроводів 100 мм		«Промприлад», м. Івано-Франківськ	
16-1	Витрата	Трубопровід, інгібітор корозії	— " —	Трубопровід 36;	Діафрагма камерна, $P_u = 0,6$ МПа, внутрішній діаметр трубопроводів 100 мм	ДКС 0,6–100	ВАТ «Промприлад», м. Івано-Франківськ	1
14-2, 15-2, 16-2	— " —	— " —	— " —	Місцевий	Тензоперетворювач різниці тиску з квадратичною функцією перетворення, $P_{\text{доп.}} = 2,5$ МПа, Гранично допустима похибка $\pm 0,25$ %, $I_{\text{вих}} = 4 \dots 20$ мА	Сапфір 22ДД 2450	ВАТ «Промприлад», м. Івано-Франківськ	3
14-3, 15-3, 16-3	— " —	— " —	— " —	Місцевий	Індикація та реєстрація та за допомогою пневматичного регулятора	ПКР.1	ВАТ «Тизприбор», м. Смоленськ	3
14-4 15-4	— " —	— " —	— " —	Місцевий	Пристрій регулюючий пневматичний пропорційно - інтегральні співвідношення, що входять в систему СТАРТ	ПРЗ.33-М1	ВАТ «Тизприбор», м. Смоленськ	1
14-5, 15-5	— " —	— " —	— " —	Щит керування	Блок ручного управління. БРУ - 7 : ~ 220 (+ 22 , -33) В , (50 ± 1) Гц змінного струму або 24 (± 4) В постійного струму	БРУ-7	ВАТ «Підприємство «МІКРОЛ»», м.Івано-Франківськ	1
14-6, 15-6	— " —	— " —	— " —	Місцевий	Механізм виконавчий пневматичний, прямої дії з позиціометром ПП-1.25 і боковим дублером	МИМП ППХ 05	ВАТ «Прикарпатпромататура», м. Івано-Франківськ	1

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП 52.10. 00.000.ПЗ

Арк.

81

17-1	Температура	Теплообмінник	350 °С	Стабілізаційна колона 17	Термоперетворювач опору типу ТСМУ з уніфікованим вихідним сигналом, сигнал 4-20 або 0-5 мА; арматура 12Х18Н10Т; довжина 60...2000 мм, діапазон вимірювання Мінус 100...600°С, робочий тиск Р= 25 МПа	ТСМУ-0198	НВО «Термоприлад», м. Львів	1
17-2	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Щит керування	Мікропроцесорний регулятор з функцією контролю, індикації. 8 уніфікованих аналогових входів, сигнали постійного струму 0-5мА, 0-20мА, 4-20мА; 0-10В по ГОСТ26.011-80	МІК-52	ВАТ «Підприємство "МІКРОЛ"», м.Івано-Франківськ	1
17-3				Щит керування	Блок ручного управління. БРУ - 7 : ~ 220 (+ 22 , -33) В , (50 ± 1) Гц змінного струму або 24 (± 4) В постійного струму	БРУ-7	ВАТ «Підприємство "МІКРОЛ"», м.Івано-Франківськ	1
17-4	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Місцевий	Перетворювач електропневматичний, I _{вх} = 0...5 мА, Р _{вих} = 20...100 кПа	МТМ 810	НВП «Мікротерм», м. Сіверодонецьк	1

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП 52.10. 00.000.ПЗ

Арк.

82

17-5	— " —	— " —	— " —	Місцевий	Механізм виконавчий пневматичний, прямої дії з позиціометром ПП-1.25 і боковим дублером	МИМП ППХ 05	ВАТ «Прикарпатпроматура», м. Івано-Франківськ	1
------	-------	-------	-------	----------	---	-------------	---	---

Електроапарати

SB1, SB2, ..., SB12				Щит керування	Кнопковий пост керування	КУ-92-1EXD11BT5	Трест «Променергоавтоматика», м. Київ	10
МП1, МП2, ..., МП6		Насос		Місцевий	Пускач безконтактний реверсивний	ПБР-3А	ВО «Електроприбор», м. Чебоксари	5
SA1, SA2, ..., SA6				Місцевий	Кнопка запобіжного відмикання	КМЕ-5111У	-	5
HL1, HL2, ..., HL24				Щит керування	Лампа електрична сигнальна	ЛС-151	Трест «Променергоавтоматика», м. Київ	24

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП 52.10. 00.000.ПЗ

Арк.

83


```

FDemCrash->myImage->Picture->LoadFromFile("crash/Data/SB2_12.bmp");
}
if(level==4)
{
FDemCrash->myImage->Picture->LoadFromFile("crash/Data/FP_1.bmp");
}
if(level==5)
{
FDemCrash->myImage->Picture->LoadFromFile("crash/Data/FP_12.bmp");
}
if(level==6)
{
FDemCrash->myImage->Picture->LoadFromFile("crash/Data/av1.bmp");
}
}
if(k==2)
{
if(level==0)
{
FDemCrash->myImage->Picture->LoadFromFile("crash/Data/SA1_2.bmp");
}
if(level==1)
{
FDemCrash->myImage->Picture->LoadFromFile("crash/Data/SB2_2.bmp");
}
}
}

```

					ДП 21.09. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85


```
FDemCrash->myImage->Picture->LoadFromFile("crash/Data/SA1_3.bmp");
}
if(level==1)
{
    FDemCrash->myImage->Picture->LoadFromFile("crash/Data/SB2_3.bmp");
}
if(level==2)
{
    FDemCrash->myImage->Picture->LoadFromFile("crash/Data/SB1_3.bmp");
}
if(level==3)
{
    FDemCrash->myImage->Picture->LoadFromFile("crash/Data/SB2_32.bmp");
}
if(level==4)
{
    FDemCrash->myImage->Picture->LoadFromFile("crash/Data/FP_3.bmp");
}
if(level==5)
{
    FDemCrash->myImage->Picture->LoadFromFile("crash/Data/FP_32.bmp");
}
if(level==6)
{
    FDemCrash->myImage->Picture->LoadFromFile("crash/Data/av3.bmp");
}
```

					<i>ДП 21.09. 00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		87


```

    }

}

//-----

void __fastcall TFDemCrash::clickSA11Click(TObject *Sender)
{
    clicks++;
    if(clicks==1)
    {
        level=1;
        FDemCrash->lblMouse->Caption="Обрано SA6";
        FDemCrash->lblState->Caption="Мережа живлення підключена";
        FDemCrash->lblMes->Caption="Живлення електромотора вимкнuto";
        clickSB21->Visible=true;
        clickSB22->Visible=true;
    }
    if(clicks==2)
    {
        level=0;
        clicks=0;
        FDemCrash->lblMouse->Caption="Подія відсутня";
        FDemCrash->lblState->Caption="Технічне обслуговування";
        FDemCrash->lblMes->Caption="Перемикач SA6 вимкнuto";
        clickSB21->Visible=false;
        clickSB22->Visible=false;
    }
}

```

```

}

//-----
void __fastcall TFDemCrash::clickSB21Click(TObject *Sender)
{
    clicksSB2++;
    if(clicksSB2==1)
    {
        level=2;
        FDemCrash->lblMouse->Caption="Обрано SB12 (кнопка Пуск)";
        FDemCrash->lblState->Caption="Робота електромотора";
        FDemCrash->lblMes->Caption="Струм подається на магнітний пускач МП6";
    }
    if(clicksSB2==2)
    {
        level=4;
        clicksSB2=0;
    }
}

//-----

void __fastcall TFDemCrash::clickSB22Click(TObject *Sender)
{
    clicksSB2++;
    if(clicksSB2==1)
    {

```

						ДП 21.09. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			90


```

level=2;

FDemCrash->lblMouse->Caption="Обрано SB12 (кнопка Пуск)";

FDemCrash->lblState->Caption="Робота електромотора";

FDemCrash->lblMes->Caption="Струм подається на магнітний пускач МП6";

}

if(clicksSB2==2)

{

level=4;

clicksSB2=0;

FDemCrash->lblMouse->Caption="Обрано SB12 (кнопка Пуск)";

FDemCrash->lblState->Caption="Робота електромотора";

FDemCrash->lblMes->Caption="Струм подається на магнітний пускач МП6";

}

}

//-----

void __fastcall TFDemCrash::clickSB12Click(TObject *Sender)

{

level=3;

FDemCrash->lblMouse->Caption="Обрано SB11(кнопка Стоп)";

FDemCrash->lblState->Caption="Електромотор зупинено";

FDemCrash->lblMes->Caption="Струм на магнітний пускач МП6 не подається,
натиснута кнопка Стоп SB13";

}

//-----

void __fastcall TFDemCrash::clickSB11Click(TObject *Sender)

```

					ДП 21.09. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

```
{
    level=3;
    FDemCrash->lblMouse->Caption="Обрано SB11(кнопка Стоп)";
    FDemCrash->lblState->Caption="Електромотор зупинено";
    FDemCrash->lblMes->Caption="Струм на магнітний пускач МПб не подається,
натиснута кнопка Стоп SB11";
}
//-----
void __fastcall TFDemCrash::clickFPClick(TObject *Sender)
{
    level=5;
    FDemCrash->lblMouse->Caption="Обрано теплове реле FP11 та FP12";
    FDemCrash->lblState->Caption="Електромотор зупинено";
    FDemCrash->lblMes->Caption="Струм на магнітний пускач МПб не подається,
аварія FP11";
}
//-----

void __fastcall TFDemCrash::btnCrashClick(TObject *Sender)
{
    level=6;
    FDemCrash->lblMouse->Caption="Аварія";
    FDemCrash->lblState->Caption="Електромотор зупинено";
    FDemCrash->lblMes->Caption="Струм на магнітний пускач МПб не подається,
подається струм на КМ10, контакт на платі СР1 - НР1 замкнені.";
    clickSB22->Visible=false;
}
```

									ДП 21.09. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						92

```

clickSB21->Visible=false;

}

//-----

void __fastcall TFDemCrash::clickFP2Click(TObject *Sender)
{
    level=0;
    clicks=0;

    FDemCrash->lblMouse->Caption="Обрано теплове реле FP11 та FP12";
    FDemCrash->lblState->Caption="Електромотор зупинено";
    FDemCrash->lblMes->Caption="Струм на магнітний пускач МП6 не подається, аварія FP11";
}

//-----

```

					ДП 21.09. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93