

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Навчально-науковий інститут атомної та теплової енергетики
Кафедра автоматизації енергетичних процесів**

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Володимир ВОЛОЩУК
«__» _____ 20__ р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньо-професійною програмою «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології кібер-енергетичних систем»

спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

на тему: «Автоматизована система управління вентиляцією зварювального цеху»

Виконав:

студент IV курсу, групи ТА-01
Криворучко Євгеній Геннадійович

Керівник:

Любицький Сергій Вікторович

Консультант з Охорони праці:

Доцент,
Каштанов Сергій Федорович

Рецензент:

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.
Студент Криворучко Є.Г.

Київ – 2024 року

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

Навчально-науковий інститут атомної та теплової енергетики

Кафедра автоматизації енергетичних процесів

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології кібер-енергетичних систем»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____Володимир ВОЛОЩУК

«__» _____20__р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Криворучку Євгенію

Геннадійовичу

1. Тема проєкту «Автоматизована система управління вентиляцією зварювального цеху», керівник проєкту Любицький Сергій Вікторович,, затверджені наказом по університету від «_» травня 2024 р. №_.
2. Термін подання студентом проєкту «_» червня 2024 р.
3. Вихідні дані до проєкту: Матеріали зібрані під час практики.

4. Зміст пояснювальної записки: Вступ. Постановка задачі автоматизації ТОК. Проектування АСК ТОК. Розрахунок і моделювання САР. Розробка програмного забезпечення. Імітаційне моделювання і аналіз функціонування АТК. Охорона праці. Розрахунок техніко-економічної ефективності АСК. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу: Схема автоматизації функціональна, схема принципова електрична, креслення щита загального виду, схема з'єднань та підключень зовнішніх проводок.

6. Консультація розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
З питань охорони праці	Доцент, к.т.н., Каштанов С.Ф.		
З нормоконтролю	ст. викладач Некрашевич О.В.		

7. Дата видачі завдання « » травня 2024р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
	Пояснювальна записка. Вступ. Розділ 1		
	Аркуш 1. Функціональна схема автоматизації		
	Пояснювальна записка. Розділ 2		
	Аркуш 2. Схема принципова електрична		
	Розрахунок і моделювання САР		
	Нормоконтроль		
	Попередній захист дипломного проєкту		
	Захист		

Студент

Євгеній, КРИВОРУЧКО

Керівник

Сергій, ЛЮБИЦЬКИЙ

АНОТАЦІЯ

У дипломному проєкті було розроблено автоматизовану систему управління вентиляцією зварювального цеху.

У першому розділі було розглянуто припливно-витяжну установку ПВ1+В2, описано структуру місцевої та основної системи вентиляції, розглянуто функції АСУТП, технологічні параметри та функціональну схему автоматизації.

У другому розділі було проведено розрахункову роботу вимірювальних каналів та регулювально-виконавчих каналів САР. Для вимірювальних каналів було проведено розрахунки надійності та створені структурні схеми та схеми надійності ВК, також розглянуто електричні схеми підключення та монтажу. Для регулювально-виконавчих каналів розрахунки відбувалися у середовищі MATLAB Simulink, було побудовано перехідні характеристики об'єкту.

У третьому розділі було описано графічну частину проєкту.

У межах четвертого розділу здійснювалося розробка програмної частини функціональності ПЛК та візуалізацію в яких складено алгоритми роботи та відображення параметрів системи.

В п'ятому розділі було описано технічні рішення з охорони праці.

В шостому розділі проведено техніко-економічний розрахунок.

ABSTRACT

In the diploma project, an automated control system for the ventilation of a welding shop was developed.

In the first section, the supply and exhaust installation PV1+V2 was examined, the structure of the local and main ventilation systems was described, the functions of the automated control system (ACS) were reviewed, and the technological parameters and the functional automation scheme were considered

. In the second section, calculation work was carried out for the measurement channels and the regulation-executive channels of the automatic control system (ACS). For the measurement channels, reliability calculations were performed, and structural and reliability diagrams of the measurement channels were created. Electrical connection and installation diagrams were also considered. For the regulation-executive channels, calculations were performed using MATLAB Simulink, and the transient characteristics of the object were constructed. In the third section, the graphical part of the project was described.

In the fourth section, the development of the software functionality of the PLC and visualization was carried out, including the creation of operation algorithms and parameter display of the system.

The fifth section described technical solutions for occupational safety.

In the sixth section, a technical and economic calculation was conducted.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АСК – автоматизована система керування;

АТК – автоматизований технологічний комплекс;

ВК – вимірювальний канал;

ВМ – виконавчий механізм;

Д – датчик;

ІМ – імітаційне моделювання;

ПЛК – програмований логічний контролер;

ПТ – перетворювач температури;

ПТКЗА – програмно-технічний комплекс засобів автоматизації;

РО – регульований орган;

РС – робоче середовище;

САР – система автоматичного регулювання;

ТОК – технологічний об'єкт керування;

ТОУ – технологічний об'єкт управління;

ФБ – функціональний блок;

ОУ – об'єкту управління.

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему: «Автоматизована система управління вентиляцією
зварювального цеху»

Київ - 2024

ЗМІСТ

ВСТУП.....	11
РОЗДІЛ 1 ПРОЄКТУВАННЯ АСУТП.....	12
1.1 Характеристика технологічного об'єкту управління.....	12
1.2 Технологічні параметри АСУТП ТООУ.....	15
1.3 Функції АСУТП	16
1.4 Схема автоматизації функціональна	17
1.5 Схема структурна програмно-технічного комплексу	19
РОЗДІЛ 2 ІНЖЕНЕРНИЙ РОЗРАХУНОК САР.....	21
2.1 Інженерний розрахунок вимірювальних каналів САР режимних параметрів	21
2.1.1 Перелік вимірювальних каналів (ВК).....	21
2.1.2 Схеми структурні вимірювальних каналів	21
2.1.3 Особливості електричних підключень давачів вимірювальних каналів	23
2.1.4 Монтаж технічних засобів вимірювальних каналів.....	25
2.1.5 Захист технічних засобів вимірювальних каналів від перешкод	27
2.1.6 Схеми структурні надійності вимірювальних каналів.....	28
2.1.7 Метрологічний розрахунок вимірювальних каналів	29
2.1.8 Розрахунок надійності вимірювальних каналів	30
2.1.9 Функції первинної обробки даних вимірювання в ПЛК.....	33
2.1.10 Висновок щодо роботоздатності вимірювальних каналів САР.....	33
2.2 Інженерний розрахунок регульовально-виконавчих каналів САР.....	34
2.2.1 Перелік систем автоматичного регулювання	34

						ТА-0143.0004.001 АТХ.П		
						<i>Автоматизована система управління вентиляцією зварювального цеху</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Криворучко Є.Г.</i>			Пояснювальна записка	<i>Стадія</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>		<i>Любицький С.В.</i>				<i>ДП</i>	9	82
<i>Н. Контроль</i>		<i>Некрашевич О. В</i>				<i>КПІ ім.І.Сікорського, ІАТЕ, вр.ТА-01</i>		
<i>Затвердив</i>		<i>Волощук В.А.</i>						

2.2.2 Ідентифікація об'єкта управління.....	36
2.2.3 Розрахунок регуляторів САР.....	39
2.2.4 Висновки щодо роботоздатності РВК САР.....	50
РОЗДІЛ 3 ОПИС ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ ПРОЄКТУ	51
3.1 Схема функціональна автоматизації ТОУ	51
3.2 Схема структурна ПТК.....	51
3.3 Схема принципова електрична АСР	51
3.4 Креслення загального виду щита	52
3.5 Схема зовнішніх з'єднань.....	54
3.6 Специфікація обладнання.....	55
РОЗДІЛ 4 ПРОГРАМУВАННЯ ПТКЗА	56
4.1 Програмування функціональності ПЛК.....	56
4.2 Програмування функціональності SCADA-системи.....	60
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	64
5.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації засобів автоматизації та технологічного устаткування	64
5.1.1 Вимоги з електробезпеки	65
5.2 Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії.....	67
5.2.1 Мікроклімат робочої зони	67
5.3 Пожежна безпека та профілактика.....	69
РОЗДІЛ 6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК.....	72
ВИСНОВКИ	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	78

ВСТУП

У сучасних умовах промисловості важливою задачею стає підвищення ефективності та забезпечення необхідних норм у виробничих приміщеннях, зокрема в зварювальних цехах. З метою досягнення цих цілей, розробка та впровадження новітніх автоматизованих систем управління є невід'ємною складовою технологічних процесів.

Автоматизація систем вентиляції та кондиціонування повітря у зварювальних цехах спрямована на підвищення надійності, економічності та точності регулювання параметрів мікроклімату, що є критично важливим для забезпечення здоров'я та комфорту працівників, а також оптимальних умов для зварювальних процесів. Такі системи дозволяють забезпечити необхідний рівень вентиляції, відводити шкідливі викиди, пил та інші забруднення, що виникають під час зварювальних операцій.

Детальне розглядання та моделювання системи управління вентиляцією у зварювальних цехах має велике значення для підвищення якості регулювання параметрів мікроклімату та забезпечення безпеки працівників у цих умовах.

					ТА-0143.0004.001.АТХ.П	Лист
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ПРОЄКТУВАННЯ АСУТП

1.1 Характеристика технологічного об'єкту управління

При проектуванні системи вентиляції виробничого цеху важливо досягти високих показників очищення повітряних мас при відносно низьких витратах енергії. Крім того, процес вентиляції промислового приміщення повинен бути безперебійним, тому, крім основної вентиляційної системи, передбачається встановлення додаткової (аварійної вентиляції), яка має функціонувати так само ефективно та продуктивно, як і основна.

Вентиляція зварювального цеху проводиться переважно за допомогою місцевих відсосів та місцевих витяжних зондів. Місцевий витяжний зонд дозволяє вловлювати зварювальний аерозоль біля його утворення засобами місцевих відсмоктувачів. При ручному електрозварюванні рекомендується застосовувати поворотно-підйомні панелі, що встановлюються над місцем зварювання на висоті не вище 35 см.

Можливості місцевих витяжних зондів обмежені. Видаляти вони можуть лише 75-90% шкідливих речовин, тому вирішено розробити приточно-витяжну систему загальної вентиляції – ПВ1 та місцеву витяжну систему В2.

В зварювальному цеху є необхідність управління мікрокліматом та чистотою (відповідно до класу) виробничих приміщень – це система, призначення якої створення необхідних або визначених конкретними нормами умов, що необхідні для запобігання професійних хронічних захворювань у працівників.

В системі передбачена установка гліколевого рекуператора – пристрою з циркуляцією гліколевого розчину для передачі тепла між теплообмінниками. За рахунок цього відбувається теплообмін між припливним та витяжним повітрям, що забезпечує зниження затрат енергоресурсів.

Принцип роботи рекуператора зображено на рисунку 1.1.

					ТА-0143.0004.001.АТХ.П	Лист
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

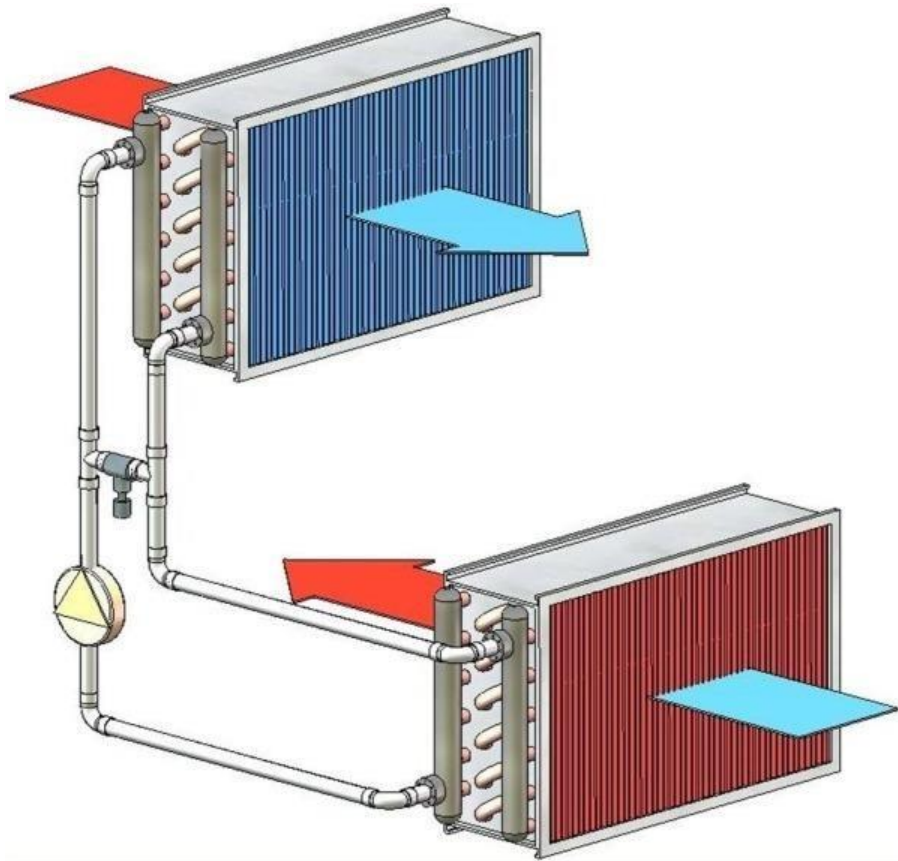


Рисунок 1.1 – Схема роботи гліколевого рекуператора

На рис. 1.2 зображено схему роботи припливно-витяжної вентиляційної установки ПВ1 та місцевої витяжної установки В2 для всмоктування повітря з робочих місць в цеху за допомогою відсосів. Перед викидом в навколишнє середовище повітря проходить етапи фільтрації грубої очистки через фільтр типу G4 та фільтр високої ефективності очистки типу H13 – HEPA.

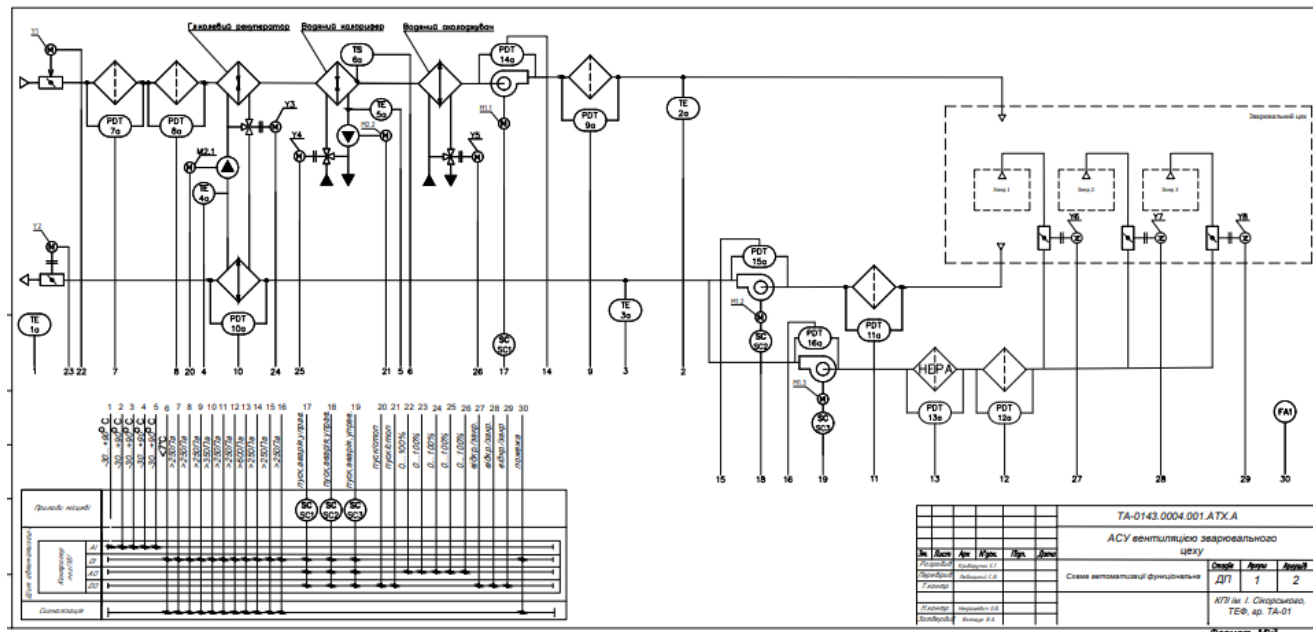


Рисунок 1.2 - Схема роботи установки ПВ

Температура повітря зовнішнього середовища вимірюється каналним датчиком та постачається у припливну секцію(за умови відкритої заслінки) де проходить процес фільтрації. В секції рекуператора через теплообмінники циркулює теплоносій – гліколь(за рахунок роботи циркуляційного насоса), витяжне повітря віддає тепло гліколю (через теплообмінник) який нагріває пластини припливного теплообмінника.

Припливне повітря надходить до калорифера та за потреби нагрівається за рахунок подачі гарячої води, що регулюється 3-х ходовим клапаном. Далі повітря проходить через охолоджувач, де для досягнення уставки температури шляхом відкриття клапана до теплообмінника подається холодна вода.

Повітря всмоктується припливним вентилятором та проходить ще один етап фільтрації перед подачею у цех.

Витяжне повітря з цеху фільтрується, далі всмоктується витяжним вентилятором та надходить до теплообмінника рекуператора для теплообміну з припливним повітрям. Фінальним етапом ПВ1 є викид витяжного повітря в навколишнє середовище. Роботу установки В2 описано вище.

Загалом регулювання температури здійснюється за рахунок зміни витрати гліколю в рекуператорі аналоговим виконавчим механізмом, та зміною витрати гарячої води в нагрівачі або холодної води в охолоджувачі аналоговими 3-ходовими клапанами з плавнокерованим ВМ. Якісну фільтрацію забезпечує груба очистка G4 припливного повітря в установці ПВ1 та очистка високої ефективності H13 в установці В2.

1.2 Технологічні параметри АСУТП ТОУ

Необхідно забезпечувати ефективну роботу ТОУ, для цього отримуємо значення технологічних параметрів системи вимірних датчиками в реальному часі. Основні параметри наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні технологічні параметри АСУ

Назва параметру	Діапазон вимірювання	Допустиме відхилення
Температура припливного повітря до цеху	-30..90 °С	+/-1 °С
Температура витяжного повітря з цеху	-30..90 °С	+/-1 °С
Температура зворотнього теплоносія	20..80 °С	+/-2 °С
Температура повітря навколишнього середовища	-35..50 °С	+/-1 °С
Перепад тиску на вентиляторах	350 Па	+/-2 Па
Перепад тиску на фільтрах	200 Па	+/-2 Па

					ТА-0143.0004.001.АТХ.П	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Режимні параметри

- Температура припливного повітря (16..30 °С)
- Температура зворотного теплоносія (20-80°С)

Захисні параметри

- Термостат для запобігання загрози заморожування теплообмінника
- Перепад тиску на вентиляторах
- Перепад тиску на фільтрах

Контрольні параметри

- Температура повітря навколишнього середовища перед постачанням у припливну секцію(-25..40°С)
- Температура витяжного повітря на виході з цеху (18..24°С)

1.3 Функції АСУТП

Керуюча функція – відповідає за стабілізацію режимних параметрів за рахунок зміни регульовальної дії. Керуючі функції системи:

- Стабілізація температури припливного повітря шляхом зміни витрати гліколю в рекуператорі.
- Стабілізація температури припливного повітря шляхом зміни витрати холодної/гарячої води в охолоджувачі/калорифері.

Захисна функція – відповідає за аварійний захист системи шляхом контролю захисних параметрів та виконання команд захисту(сигналізація, відключення) у разі виявлення відхилень від уставок.

- Аварійна сигналізація у разі перевищення перепаду тиску вентилятора.
- Аварійна сигналізація у разі перепаду тиску рекуператора вище 350 Па.
- Сигналізація забруднення фільтра у разі перепаду тиску більше 250 Па.
- Сигналізація обмерзання калорифера при зниженні температури нижче 7°С.

					ТА-0143.0004.001.АТХ.П	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		16

Інформаційна функція – забезпечує отримання та аналіз інформації про стан системи, виміряні параметри для прийняття рішень щодо регулювання та захисту системи.

Перелік інформаційних функцій:

- Температура повітря навколишнього середовища
- Температура витяжного повітря з цеху
- Температура води в нагрівачі
- Температура гліколю в рекуператорі
- Вимірювання перепаду тиску до і після вентилятора/фільтра/рекуператора

1.4 Схема автоматизації функціональна

Функціональна схема розроблена для опису технологічного процесу системи, рис. 1.3.

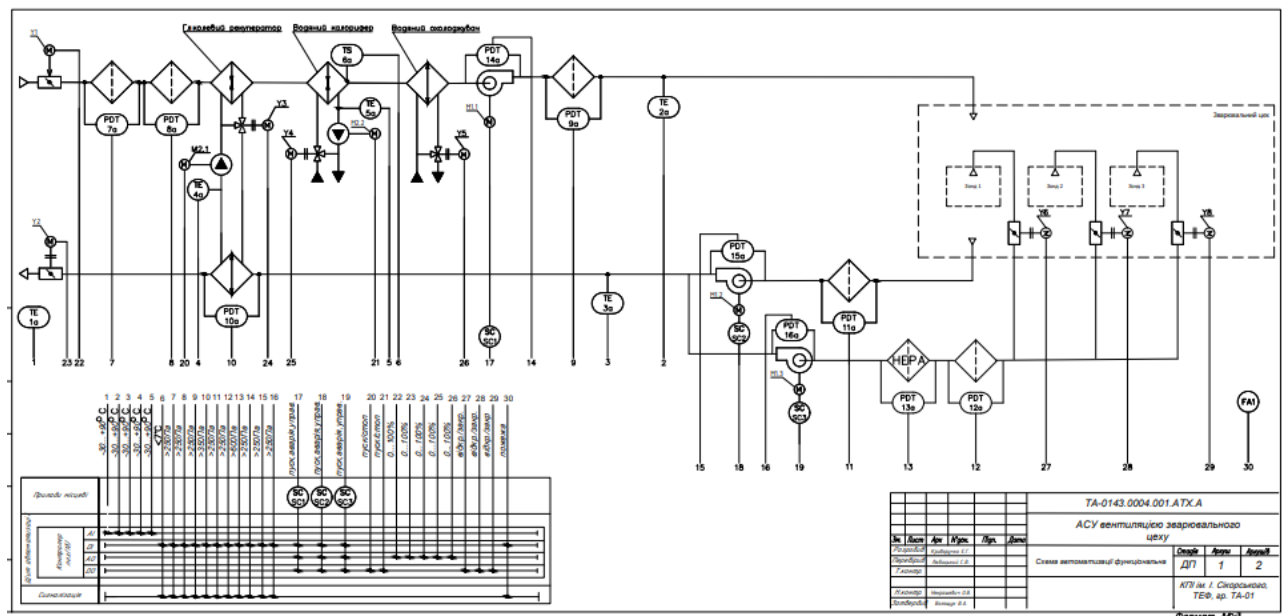


Рисунок 1.3 – Функціональна схема автоматизації вентиляційної установки ПВ1В2

Забір повітря здійснюється з навколишнього середовища і його температура вимірюється каналним датчиком BELIMO 01DT-1LR. Після цього повітря проходить два етапи грубої очистки на фільтрах G4 і потрапляє в теплообмінник рекуператора, для теплообміну з витяжним повітрям. В системі рекуперації передбачено насос, для циркуляції гліколю в якості теплоносія.

Для стабілізації температури регулюємо подачу зворотнього гліколю до трьохходовим клапаном BELIMO R3040-16-B3 з приводом BELIMO NR24A-SR.

Нагрів приточного повітря відбувається за рахунок обміну тепла гарячої води з повітрям через теплообмінник. Температура повітря стабілізується шляхом зміни витрати гарячої води через трьохходовий клапан BELIMO R3040-16-B3 з приводом BELIMO NR24-SR.

На трубопроводах рекуператора та калорифера встановлені накладні температурні датчики *BELIMO 01HT- 1L*, що забезпечують стабілізацію температури відповідних зворотніх теплоносіїв.

В теплообміннику калорифера передбачено установку термостата Ranco O16-N8923, задля захисту від обморожування.

В секції після калорифера розташований припливний вентилятор з трифазним перетворювачем частоти (Schneider Altivar 212 7.5кВт) .

Перед подачею припливного повітря до цеху, температура повітря вимірюється каналним датчиком BELIMO 01DT-1LR для подальшої стабілізації.

Витяжне повітря з цеху проходить через фільтр грубої очистки секції B1, а також етапи фільтрації G4 та H13 в секції B2(повітря всмоктується зондами з робочих місць, в витяжних каналах передбачені заслінки з приводами Siemens GPC 321.1E).

					<i>TA-0143.0004.001.ATX.П</i>	<i>Лист</i>
						18
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Витяжне повітря після очистки всмоктується витяжними вентиляторами з трифазними перетворювачами частоти Schneider Altivar 212 2.2кВт, після чого подається в спільний витяжний канал де вимірюється температура каналним датчиком BELIMO 01DT-1LR потім повітря надходить до теплообмінника рекуператора.

На усіх фільтрах і вентиляторах встановлені реле перепаду тиску Sentera PSW-500-PVC, що сигналізують про аварії вентиляторів та забруднення фільтрів.

ПЛК TM172PDG42RI, отримує вихідні сигнали NTC каналних датчиків температури і формує керуючі аналогові сигнали 0..10В для виконавчих механізмів рекуператора, калорифера та охолоджувача. Передбачено дискретне керування заслінками місцевих відсосів та аналогове керування припливної та витяжної заслінки. Частотні перетворювачі отримують сигнали на зміну частоти обертання вентиляторів. Виконавчі механізми клапанів рекуператора та калорифера регулюються аналоговими сигналами, пуском насосів керуємо дискретно.

1.5 Схема структурна програмно-технічного комплексу

Для графічного відображення структури, взаємозв'язків та організації між елементами технічних засобів автоматизації, було створено структурну схему програмно-технічного комплексу АСК вентиляційної установки з рекуперацією, що зображена на рис. 1.4.

					ТА-0143.0004.001.АТХ.П	<i>Лист</i>
						19
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

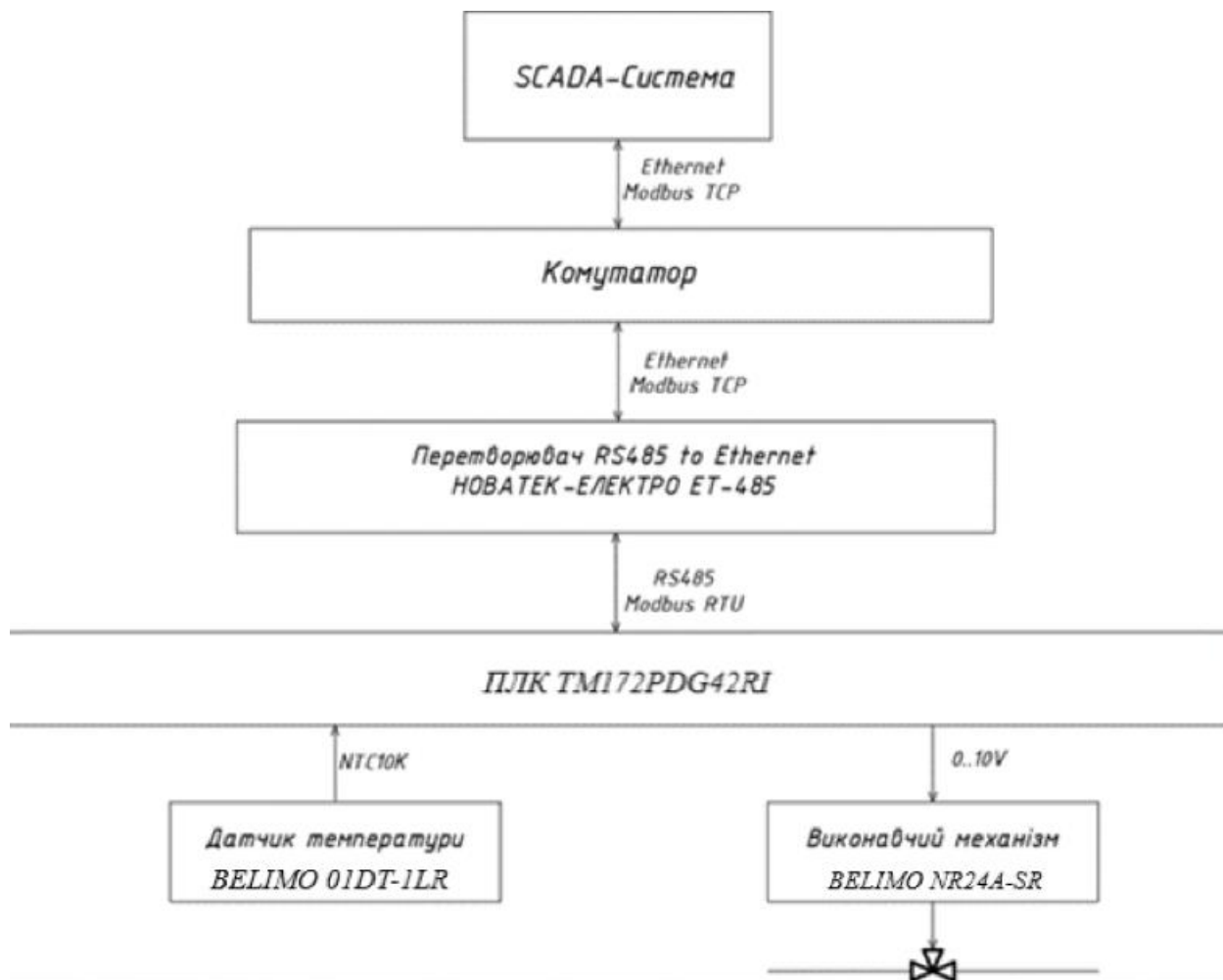


Рисунок 1.4 – Структурна схема ПТК автоматичного керування вентиляцією зварювального цеху

Верхній рівень АСУ виконує функції контролю та управління також собою являє систему збору даних і протікання процесів. Виконуються функції моніторингу системи та її аналіз продуктивності.

Нижній рівень АСУ включає в себе технічні пристрої, що виконують функції збору даних про протікання процесу, функцію керування, та видача команд на пристрої для зміни протікання технологічного процесу в реальному часі. До цього рівня належать такі пристрої: ПЛК, датчики, виконавчі механізми та інші пристрої автоматизації.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТА-0143.0004.001.АТХ.П

Лист

20

РОЗДІЛ 2 ІНЖЕНЕРНИЙ РОЗРАХУНОК САР

2.1 Інженерний розрахунок вимірювальних каналів САР режимних параметрів

2.1.1 Перелік вимірювальних каналів (ВК)

Вимірювальні канали :

- ВК температури припливного повітря
- ВК температури витяжного повітря з цеху
- ВК температури зворотнього гліколю рекуператора
- ВК температури зворотньої води нагрівача
- ВК температури повітря на вулиці

2.1.2 Схеми структурні вимірювальних каналів

ВК температури припливного повітря до цеху

Складається з давача та контролера. В якості давача оберемо каналний датчик BELIMO 01DT-1LR з вихідним сигналом NTC10k.

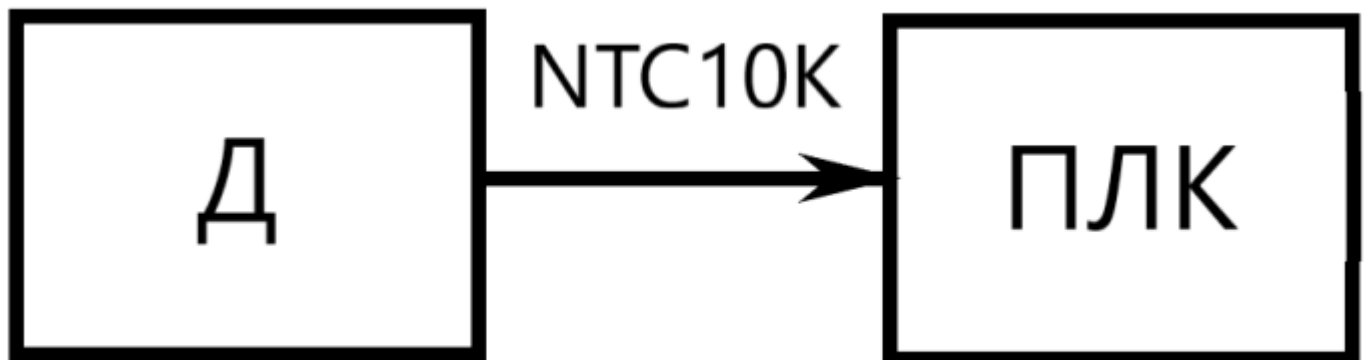


Рисунок 2.1 – Структурна схема ВК температури

ВК температури повітря навколишнього середовища звідки надходить припливне повітря

Також складається з давача та контролера. В якості давача оберемо BELIMO 01DT-1LR з вихідним сигналом NTC10k.

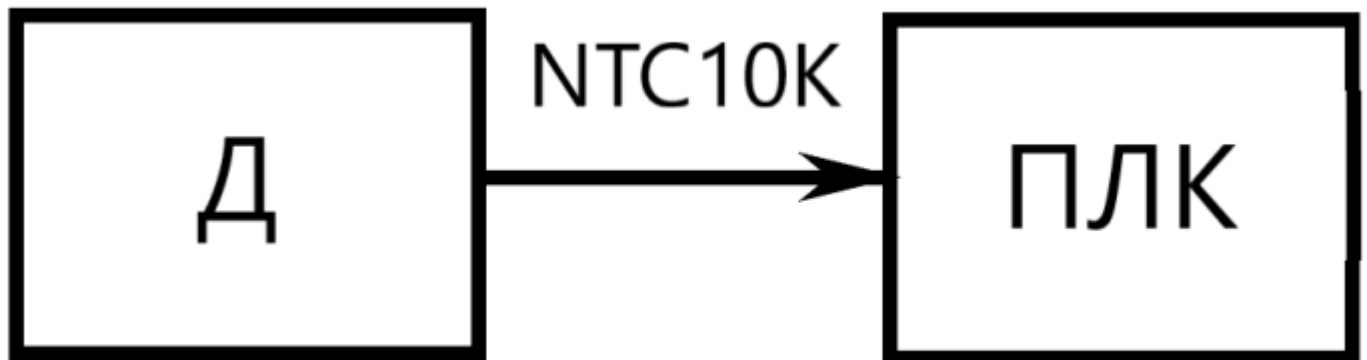


Рисунок 2.2 – Структурна схема ВК температури вулиці

ВК температури зворотньої води нагрівача

В якості давача структури ВК температури зворотньої води, оберемо накладний датчик BELIMO 01HT- 1L з вихідним сигналом NTC10k.

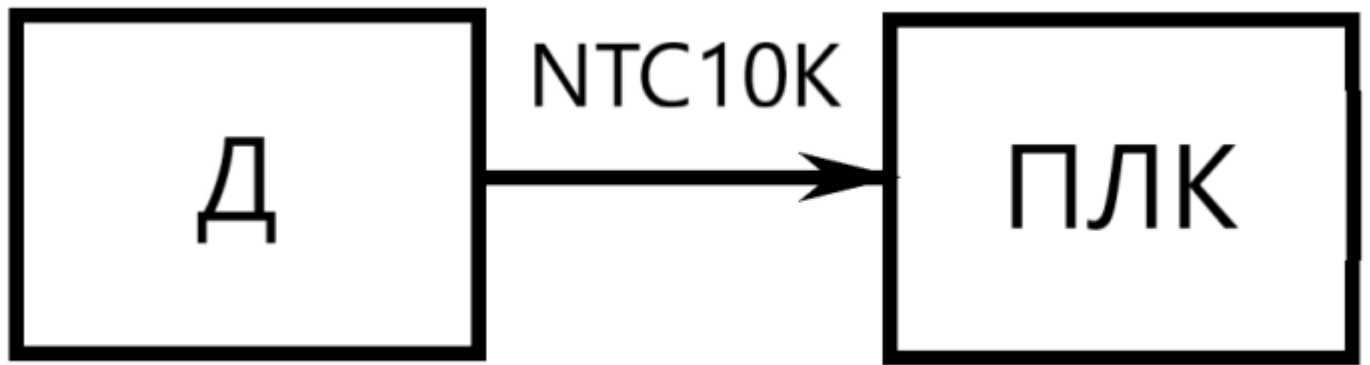


Рисунок 2.3 – Структурна схема ВК температури зворотнього теплоносія

ВК температури зворотнього гліколю рекуператора

В якості давача структури ВК температури зворотнього гліколю, оберемо накладний датчик *BELIMO 01HT- 1L* з вихідним сигналом NTC10k.

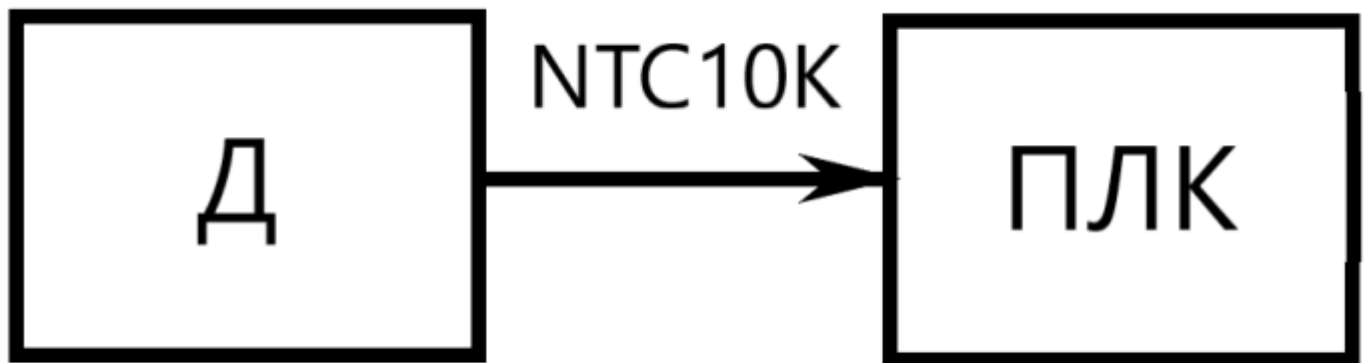


Рисунок 2.4 – Структурна схема ВК зворотнього гліколю.

2.1.3 Особливості електричних підключень датчиків вимірювальних каналів

NTC10K - це тип NTC-термістора, який має номінальний опір 10 кОм при температурі 25°C. Цей тип термісторів широко використовується для вимірювання температури завдяки своїй високій чутливості та точності.

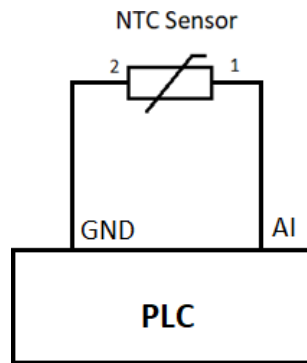


Рисунок 2.5 – Електрична схема підключення термістора NTC

NTC-термістор (Negative Temperature Coefficient) працює на основі принципу зміни електричного опору в залежності від температури. З підвищенням температури опір термістора зменшується, що дозволяє використовувати його для точного вимірювання температури.

Датчики температури NTC10k підключають до резистора який з'єднаний з землею точкою з'єднання NTC10K і резистора підключається до входу ПЛК.

2.1.4 Монтаж технічних засобів вимірювальних каналів

В ході монтажу каналного датчика температури BELIMO 01DT-1LR необхідно досягнути правильного закріплення до приточного/витяжного каналів.

					ТА-0143.0004.001.АТХ.П	Лист
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.5 Захист технічних засобів вимірювальних каналів від перешкод

Захист технічних засобів вимірювальних каналів від перешкод є важливим аспектом для забезпечення точності та надійності вимірювань. Основні методи захисту включають:

Електромагнітне екранування - полягає в використанні матеріалів, які перешкоджають проникненню електромагнітних хвиль. Використовуються спеціальні екрани або корпуси з металу, що оточують чутливі компоненти обладнання.

Пасивні фільтри: Резистори, конденсатори та індуктори, що усувають небажані частоти.

Активні фільтри: Використання операційних підсилювачів для більш точної фільтрації.

Використання екранованих кабелів з металевою опліткою або фольгою, що знижують вплив зовнішніх електромагнітних полів.

Правильне заземлення вимірювальної апаратури та кабелів знижує рівень шуму та покращує стабільність сигналу.

Застосування оптичних ізоляторів для розділення електричних кіл та запобігання передачі електромагнітних завад.

Диференційні вимірювання допомагають усунути симетричні завади, які однаково впливають на обидва провідники сигналу.

Використання якісного блокування живлення.

Використання стабільних та фільтрованих джерел живлення для зниження шумів, які можуть передаватись через мережу живлення.

Розміщення вимірювальної апаратури подалі від потужних джерел електромагнітних випромінювань та пристроїв, що створюють завади.

Використання алгоритмів обробки сигналу для виявлення та усунення завад, наприклад, середньоквадратичне усереднення, фільтри Калмана тощо.

Регулярні перевірки та технічне обслуговування вимірювальних каналів для виявлення та усунення потенційних джерел перешкод.

2.1.6 Схеми структурні надійності вимірювальних каналів

На рис. 2.8 зображено структурну схему інформаційної функції, що передає сигнал від датчика до ПЛК, а сам ПЛК, обробивши сигнал, передає дані ПК.



Рисунок 2.8 – Структурна схема інформаційної функції

На рис. 2.9 зображено структурну схему керуючої функції, що передає сигнал від датчика до ПЛК, після обробки вхідного сигналу ПЛК видає керуючий сигнал на ВМ який впливає безпосередньо на регулюючий орган.

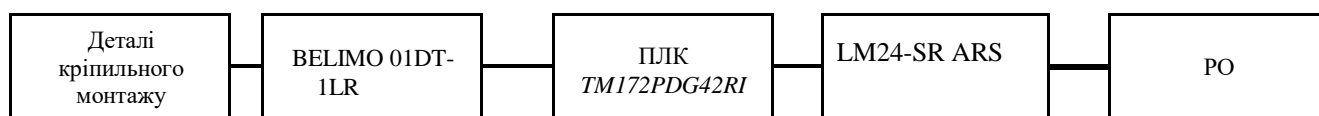


Рисунок 2.9 – Структурна схема керуючої функції

На рис. 2.10 зображено структурну схему інформаційної функції, що передає сигнал від датчика до ПЛК, а сам ПЛК, обробивши сигнал, передає інформацію про проблему на ПК де з'являється повідомлення про проблему.



Рисунок 2.10 – Структурна схема захисної функції

Структурні схеми надійності вимірювальних каналів є критично важливими для проектування, аналізу, експлуатації та обслуговування вимірювальних систем. Вони забезпечують комплексний підхід до оцінки і підвищення надійності, що в свою чергу впливає на ефективність.

2.1.7 Метрологічний розрахунок вимірювальних каналів

Розрахуємо відносну похибку датчика температури BELIMO 01DT-1LR:

$$\Delta_D = \pm 0.2^\circ, D = (-50 \dots 150 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$\delta_D = \frac{0.2}{150 - (-50)} * 100\% = 0.1\%$$

Розрахуємо абсолютну похибку ПЛК *TM172PDG42RI*:

$$\delta_{\text{ПЛК}} = \frac{1}{2^n} = \frac{1}{2^{10}} = \pm 0.001\%$$

Де n – розрядність АЦП контролера.

$$D = (-50 \dots 150 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$\Delta_{\text{ПЛК}} = \frac{0.001 * (150 - (-50))}{100} = 0.002^\circ\text{C}$$

Абсолютна похибка ВК:

$$\Delta_{\text{ВК}} = \sqrt{0.1^2 + 0.002^2} = 0.1 \text{ }^\circ\text{C}$$

Відносна похибка ВК:

$$\delta_{\text{ВК}} = \frac{0.1}{150 - (-50)} * 100\% = 0.05\%$$

Відносна похибка ВК припливного повітря становить 0.05%, що задовольняє умові $\delta = \pm 0.5\%$.

ВК температури витяжного повітря та зовнішнього повітря розраховуються згідно аналогічних датчиків температури *BELIMO*.

					<i>ТА-0143.0004.001.АТХ.П</i>	<i>Лист</i>
						28
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2.1.8 Розрахунок надійності вимірювальних каналів

Для розрахунку надійності вимірювальних каналів було побудовано таблицю з переліком засобів автоматизації та їх значенням інтенсивності та середнього часу напрацювання на відмову, що зображена на таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Значення інтенсивності і середнього часу напрацювання на відмову кожного елемента системи.

Назва елемента	T_{cp} , год	$\lambda * 10^{-6}$, 1/год
Давач, BELIMO 01DT-1LR	51600	19.38
Деталі монтажу кріпильного	$64,3 \cdot 10^{-6}$	0.015
ПЛК, <i>TM172PDG42RI</i>	26280	38.05
ПК оператора	45000	22.22
ВМ, Belimo LM24A- SR	36140	27.67
Регулюючий орган, Belimo R3040- 16-B3	28500	35.09
Модуль інтерфейсний, tGW-725	84560	11.83

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТА-0143.0004.001.АТХ.П

Лист

29

Інформаційна функція:

$$\lambda = \sum_1^n \lambda_i = (19.38 + 0.015 + 38.05 + 11.83 + 22.22) * 10^{-6}$$
$$= 91.495 * 10^{-6} \text{ 1/год}$$

$$T_{cp} = \sum_1^n T_{cp} = 51600 + 64300000 + 26280 + 84560 + 45000$$
$$= 65\,507\,440 \text{ год}$$

Керуюча функція:

$$\lambda = \sum_1^n \lambda_i = (0.015 + 19.38 + 38.05 + 27.67 + 35.09) * 10^{-6}$$
$$= 120.205 * 10^{-6} \text{ 1/год}$$

$$T_{cp} = \sum_1^n T_{cp} = 64300000 + 51600 + 26280 + 36140 + 28500$$
$$= 64\,442\,520 \text{ год}$$

Захисна функція:

$$\lambda = \sum_1^n \lambda_i = (19.38 + 0.015 + 38.05 + 11.83 + 22.22) * 10^{-6}$$
$$= 91.495 * 10^{-6} \text{ 1/год}$$

$$T_{cp} = \sum_1^n T_{cp} = 51600 + 64300000 + 26280 + 84560 + 45000$$
$$= 65\,507\,440 \text{ год}$$

Задали період у 1000 годин для розрахунки ймовірності безвідмовної роботи для кожної з функцій.

Інформація функція:

$$P_{\delta}(\tau) = 1 - \lambda\tau = 1 - 91.495 * 10^{-6} * 1000 = 0.91$$

Керуюча функція:

$$P_{\delta}(\tau) = 1 - \lambda\tau = 1 - 120.205 * 10^{-6} * 1000 = 0.88$$

					<i>ТА-0143.0004.001.АТХ.П</i>	<i>Лист</i>
						30
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Захисна функція:

$$P_{\delta}(r) = 1 - \lambda r = 1 - 91.495 * 10^{-6} * 1000 = 0.91$$

Вкажемо середній час відновлення працездатності $T_B = 2$ год та час функціонування об'єкту при невиконанні керуючої функції $T_{пр} = 4$ год для розрахунку ймовірності відновлення працездатності.

$$P_B = 1 - e^{-\frac{T_{прип}}{T_B}} = 0.88$$

Для керуючої функції розрахуємо ймовірності безвідмовної роботи за 1000 годин з урахуванням відмовляємої функції.

$$P_c(r) = P_{\delta}(r) + [1 - P_{\delta}(r)] * P_B(r) = 0.88 + [1 - 0.88] * 0.86 = 0.983$$

$$P_c(r) \geq P_{\delta}(r)$$

$$0.983 \geq 0.88$$

Таблиця 2.2- Надійність функцій САР.

Функція	$\lambda * 10^{-6}, 1/\text{год}$	$T_{ср}, \text{год}$	$P(r)$
Інформаційна	91.495	65 507 440	0.91
Керуюча	120.205	64 442 520	0.88
Захисна	91.495	65 507 440	0.91

Порівнюємо розраховані значення з заданими. Якщо нерівності: $T_{ср} \geq 1000$ і $K_{гот} \geq 0.998$ не виконуються, то необхідно підвищити надійність реалізації функції. Для цього необхідно вибрати найменш надійний елемент, тобто з найбільшим λ_i або найменшим $T_{ср}$ та зарезервувати його.

За результатами розрахунків перевірити нерівність:

$$P_{кер}(r) \leq P_{інф}(r) P_{зах}(r)$$

$$0.88 \leq 0.91 \leq 0.91$$

Обидві нерівності виконуються, отже надійність ВК відповідає вимогам.

2.1.9 Функції первинної обробки даних вимірювання в ПЛК

Первинна обробка вимірювальних даних у ПЛК включає різні функції, які сприяють обробці та аналізу сигналів з вимірювальних каналів. Основні завдання первинної обробки сигналів у ПЛК включають:

Підвищення достовірності інформації: Включає перевірку на повну та часткову відмову вимірювальних каналів для забезпечення точності даних.

Фільтрування сигналів: ПЛК може використовувати різні фільтри для придушення небажаних шумів або видалення високочастотних компонентів в аналоговому сигналі. Застосовуються однопараметричні фільтри, такі як статистичний, експоненціальний та фільтр ковзного середнього. Використання цих фільтрів стабілізує сигнал, забезпечує якісну передачу виміряного значення та покращує роботу системи.

Ці функції первинної обробки сигналів у ПЛК допомагають забезпечити якісну обробку та аналіз вимірювальних даних, що є важливим для ефективного регулювання параметрів системи.

2.1.10 Висновок щодо роботоздатності вимірювальних каналів САР

Розраховані ВК САР режимні параметри відповідають вимогам щодо точності вимірювання та надійності. Сигнал, отриманий ПЛК від датчика, може бути оброблений у ПЛК для перевірки достовірності виміряного значення та відфільтрований для забезпечення високої якості даних. Розроблені ВК САР параметрів є роботоздатними та задовольняють вимоги.

					ТА-0143.0004.001.АТХ.П	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

2.2 Інженерний розрахунок регульовально-виконавчих каналів САР

2.2.1 Перелік систем автоматичного регулювання

Огляд існуючих систем

Дві основні системи регулювання:

- 1) Каскадна система регулювання;
- 2) Одноконтурна система регулювання.

Одноконтурна система регулювання або простий контур регулювання — це система регулювання з одним контуром, який зазвичай містить лише один первинний чутливий елемент і забезпечує обробку лише одного вхідного сигналу на регулятор.

Одноконтурні системи в залежності від додаткових систем можуть покращити точність регулювання.

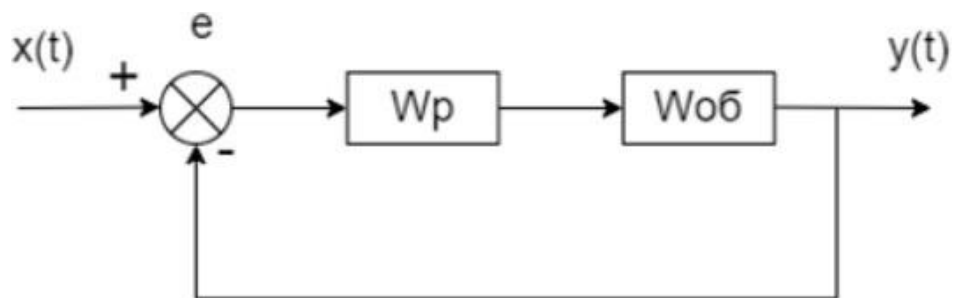


Рисунок 2.11 – Структурна схема одноконтурної САР

Каскадне регулювання — це регулювання, в якому два або більше контурів регулювання з'єднані так, що вихід одного регулятора коригує уставку іншого регулятора. Для процесів, які мають значні характеристики запізнення (ємність або опір, які сповільнюють зміни змінної), ведучий контур регулювання каскадної системи може виявити розбіжність у процесі раніше та зменшити час, потрібний для усунення розбіжності.

Можна сказати, що ведучий контур регулювання «розділяє» запізнення та зменшує вплив перешкоди на процес.

У системі каскадного регулювання використовується більше одного первинного чутливого елемента, і регулятор (у ведучому контурі регулювання) отримує більше одного вхідного сигналу. Отже, система каскадного регулювання — це багатоконтурна система регулювання.

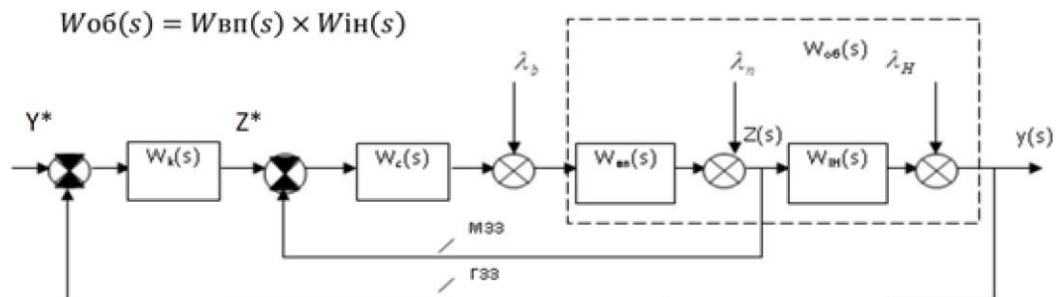


Рисунок 2.12 - Структурна схема каскадної САР

Для цієї системи буде використано ПІ-регулятор. Плюсом ПІ-регулятора є можливість усунення статичної похибки: інтегральний канал з коефіцієнтом посилення K_i , що забезпечує нульову похибку в режимі сталого стану при ступінчастому або ступеневому збуренні, коли заданий сигнал змінюється. Щодо стабілізації і корекції, ПІ-регулятор виступатиме як стабілізуючий, а ПІ-регулятор — як коригуючий.

У даній системі регульованою величиною буде температура. Розрахунок параметрів регулятора здійснимо методом розширеної амплітудно-частотної характеристики РАФХ який базується на вивченні динаміки системи шляхом зміни амплітуди і частоти вхідного сигналу. Цей метод дозволяє отримати більш детальну інформацію про динаміку системи та встановити оптимальні параметри регулятора для досягнення потрібних характеристик регулювання.

2.2.2 Ідентифікація об'єкта управління

По місцю проходження виробничої практики було обрано передавальні функції об'єкта управління та випереджуючого контуру.

$$W_{об}(p) = \frac{0.145e^{-170p}}{1400p+1};$$

$$W_{вип}(p) = \frac{0.15e^{-5p}}{19p+1};$$

В середовищі Simulink створимо схеми об'єкта та випереджуючого контура.

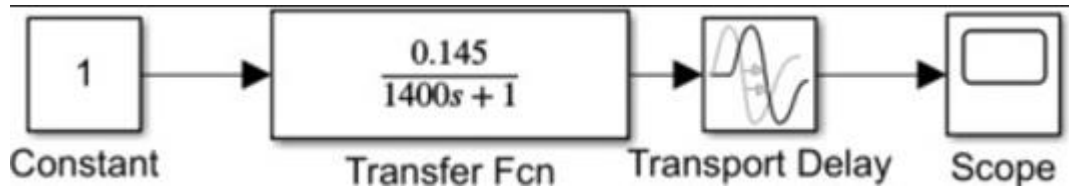


Рисунок 2.13 Структурна схема об'єкта

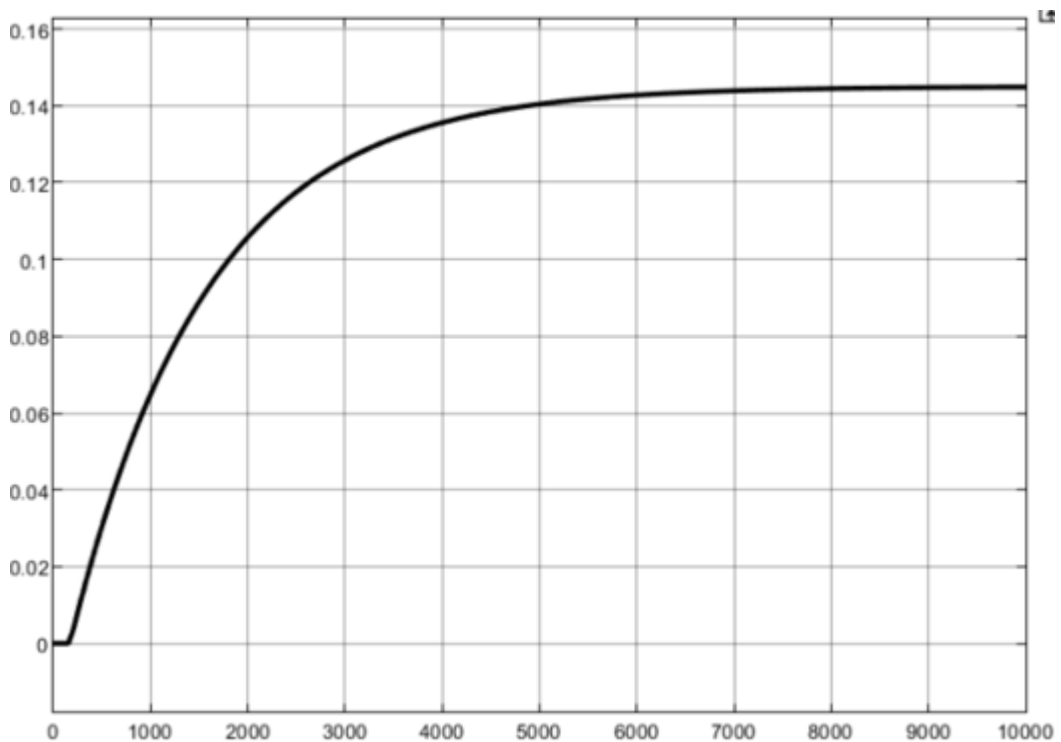


Рисунок 2.14 Перехідна характеристика об'єкта

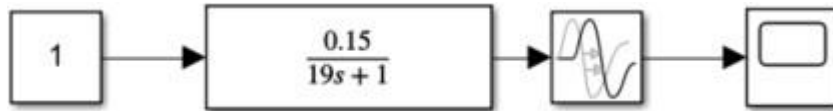


Рисунок 2.15 Структурна схема випереджуючого контура

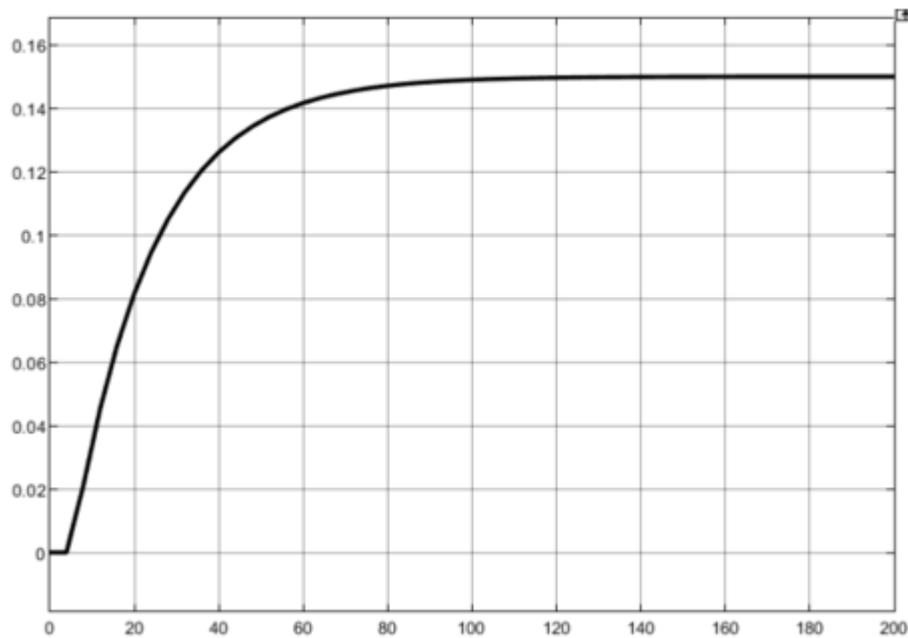


Рисунок 2.16 Перехідна характеристика випереджуючого контуру

Сталі часу, запізнення об'єкта та випереджуючого контура становлять
 $T_{об} = 1400$; $\tau_{об} = 145$; $T_{вип} = 19$; $\tau_{вип} = 5$.

Маємо, що $T_{об} > T_{вип}$, $\tau_{об} > \tau_{вип}$ тому розрахуємо стабілізуючий регулятор за формулою $W_{ст} \rightarrow W_{екв} = W_{вип} = \frac{0.15e^{-5p}}{19p+1}$.

Код m-файла для РАФХ:

```

RW_T_OPCUA.m x kryv_reg.m x +
- figure;
- w = 0:0.001:0.45;
- m=0.4;
- p=(1i-m).*w;
- Wekv=(0.15*exp(-5.*p))./(19.*p+1);
- A=imag(Wekv).^2+real(Wekv).^2;
- Ki=(-w*(m^2+1).*imag(Wekv))./A;
- K=(-(real(Wekv)+imag(Wekv).*m))./A;
- plot(K,Ki,'k');
- ha=gca;
- ha.XAxisLocation = 'origin';
- ha.YAxisLocation = 'origin'; grid on;
- xlabel('\bf\fontsize{12} K');
- ylabel('\bf\fontsize{12} Ki');

```

Рисунок 2.17 Код РАФХ

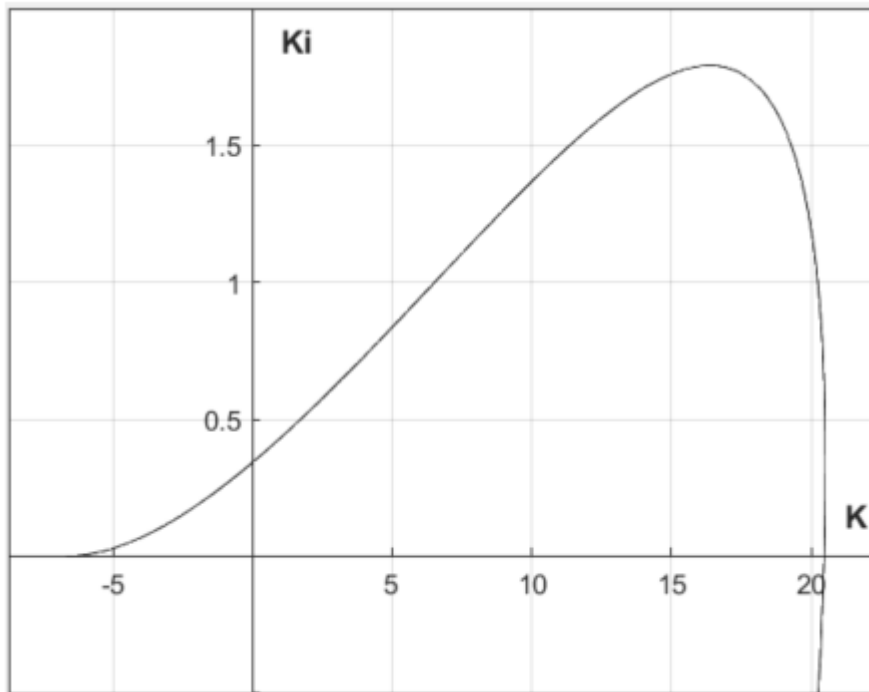


Рисунок 2.18 РАФХ з П-регулятором

Для П-регулятора, обираємо перетин графіка з віссю K , $K = 20,5$.

Передавальна функція коригуючого регулятора:

$$W_{\text{кор}} \rightarrow W_{\text{екв}} = \frac{W_{\text{об}}}{W_{\text{вип}}}$$

Налаштовуємо П-регулятор. Представлений код РАФХ:

```
RW_T_OPCUA.m x kryv_reg.m x +
17
18 - figure;
19 - w = 0:0.0001:0.012;
20 - m=0.4;
21 - p=w.*(1i-m);
22 - Wob = (0.145.*exp(-170.*p))./((1400.*p+1));
23 - Wvip = (0.15*exp(-5.*p))./(19.*p+1);
24 - Wekv = (Wob)./(Wvip); A=real(Wekv).^2+imag(Wekv).^2;
25 - Ki=(-w.*(m^2+1).*imag(Wekv))./A;
26 - K=(-(real(Wekv)+imag(Wekv).*m))./A; plot(K,Ki,'k');
27 - ha=gca;
28 - ha.XAxisLocation = 'origin';
29 - ha.YAxisLocation = 'origin';
30
31 - grid on;
32 - xlabel('\bf\fontsize{12} K');
33 - ylabel('\bf\fontsize{12} Ki');
```

Рисунок 2.19 Код РАФХ

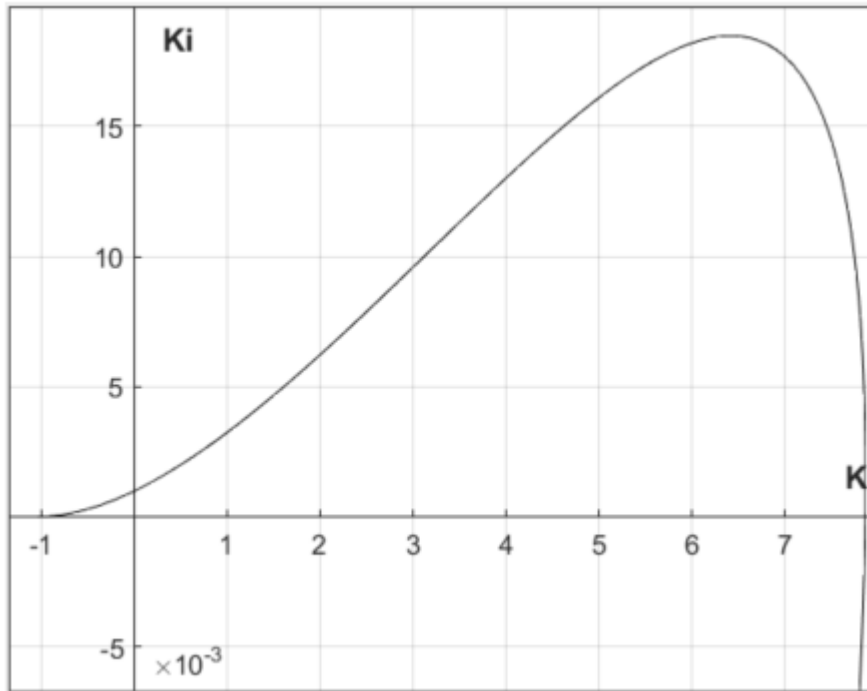


Рисунок 2. 20 ПІ-регулятор РАФХ

Визначимо оптимальне налаштування ПІ-регулятора, а саме

$$K_{i\text{опт}} = 0,95 \cdot K_{i\text{max}} = 0,95 \cdot 0,0185 = 0,018.$$

Визначимо значення K обравши його на графіку праворуч від максимального $K = 6,8$.

Складемо перехідні характеристики систем по каналам:

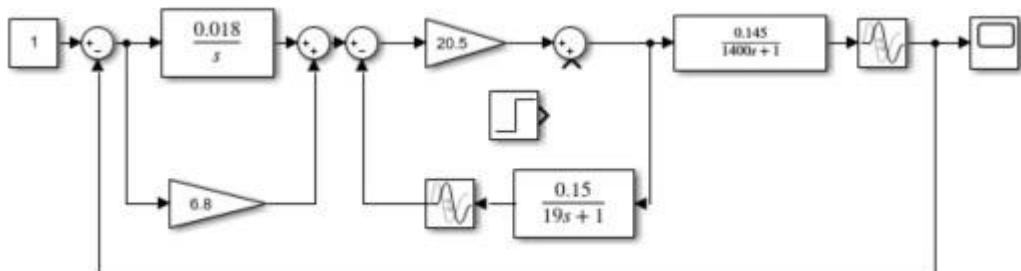


Рисунок 2. 21 Контур керування температурою припливного повітря по каналу завдання-вихід

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

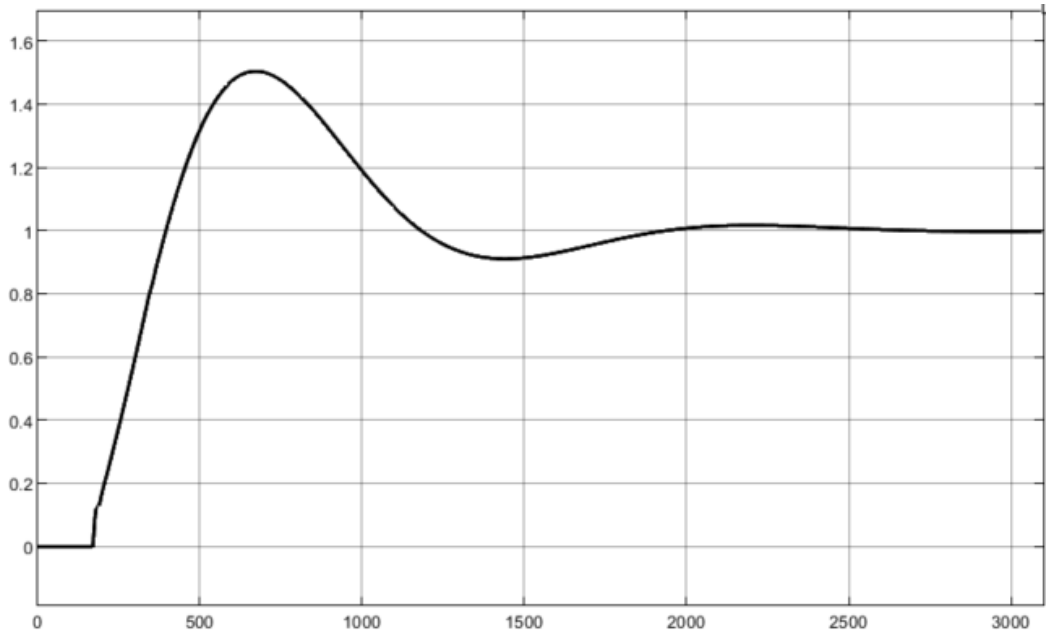


Рисунок 2. 22 Перехідний процес контуру керування температурою припливу по каналу завдання-вихід.

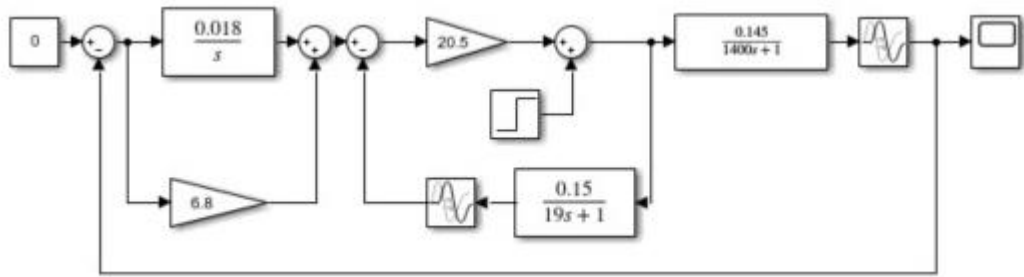


Рисунок 2. 23 Контур керування температурою припливного повітря по каналу збурення-вихід

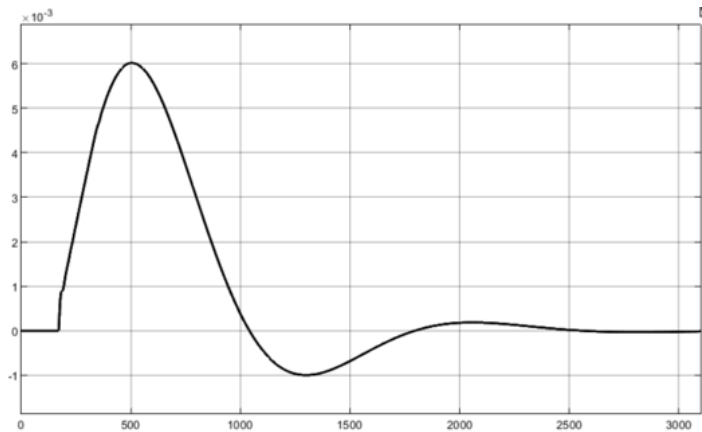


Рисунок 2.24 Перехідний процес контуру керування температурою припливу по каналу збурення-вихід

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Розрахуємо показники якості при зміні $K_{об}$.

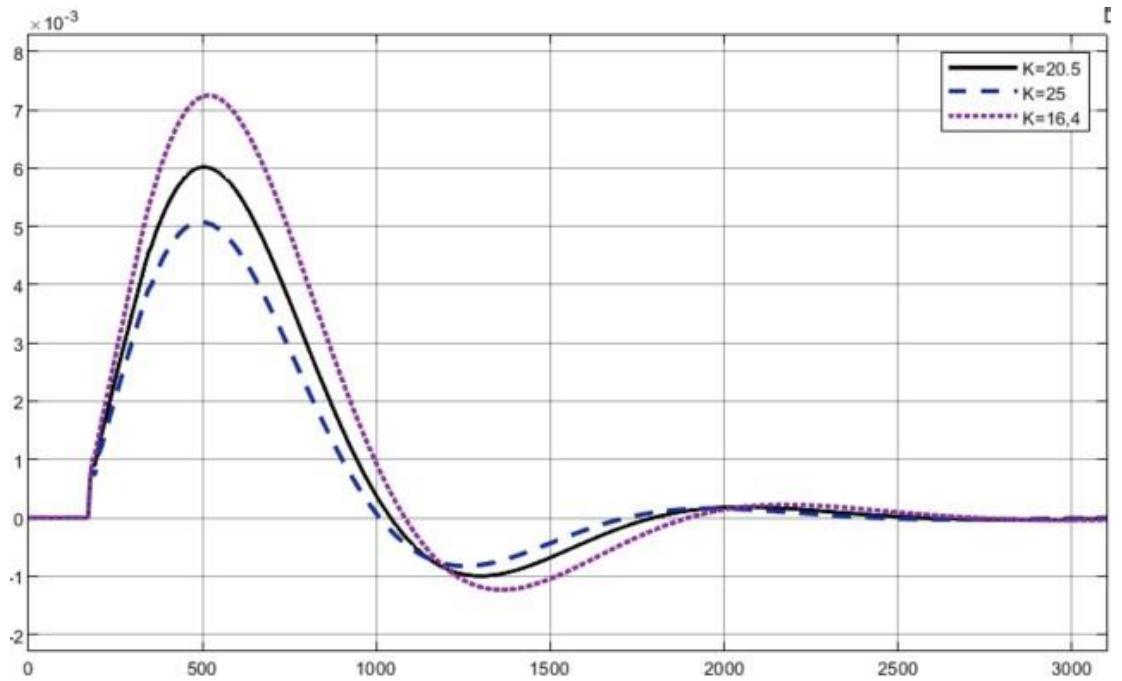


Рисунок 2.25 Перехідні характеристики в стабілізуючому регуляторі по каналу збурення-вихід зі зміною параметра.

За перехідними характеристиками визначимо показники якості для каналу збурення-вихід.

Таблиця 2. 3 - Показники якості по каналу збурення – вихід за параметром K

Показники якості	Параметр K		
	$K = 20,5$	$K = 25$	$K = 16,4$
Δy	0,00592	0,00491	0,00689
$u_{ст}$	0	0	0
$t_{пп}, c$	1000	958	1148
$\sigma, \%$	16,67	16,57	17,59
ψ	0,96	0,96	0,96

Зміна параметру K стабілізуючого регулятора по каналу завдання-вихід.

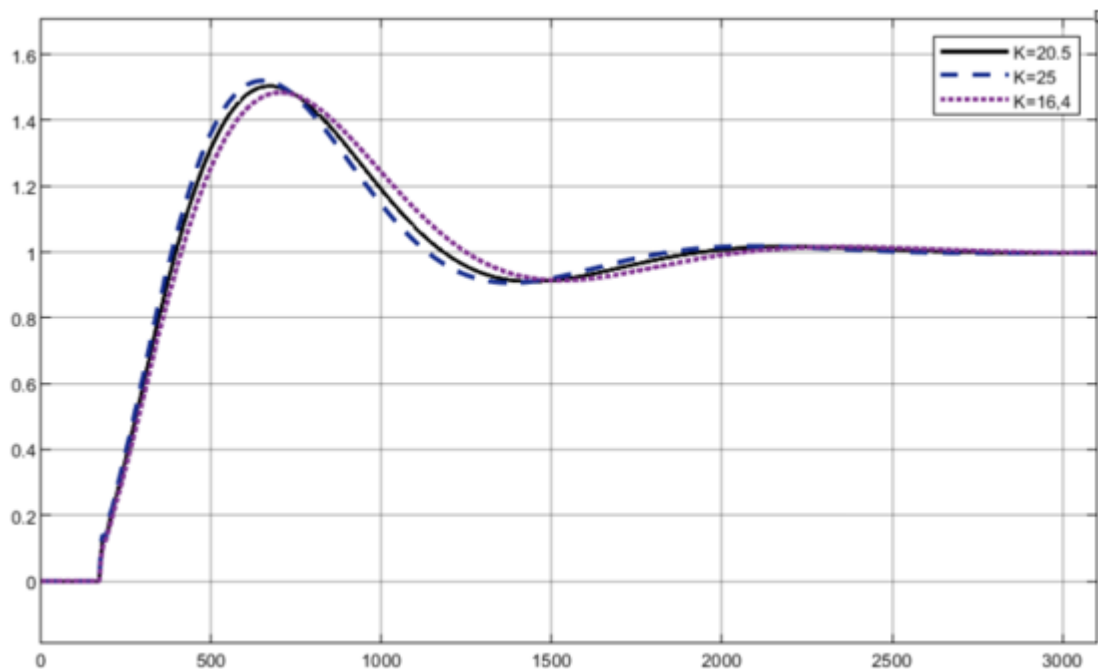


Рисунок 2. 26 Перехідні характеристики в стабілізуючому регуляторі по каналу завдання- вихід зі зміною параметра

Таблиця 2.3 - Показники якості по каналу збурення – вихід за параметром K .

Показники якості	Параметр K		
	$K = 20,5$	$K = 25$	$K = 16,4$
Δy	0,454	0,507	0,486
$u_{ст}$	0	0	0
$t_{пп}, c$	1167	1139	1216
$\sigma, \%$	49,65	51,87	48,7
ψ	0,96	0,96	0,96

Виконаємо розрахунки показників при зміні параметра K_p ПІ-регулятора.

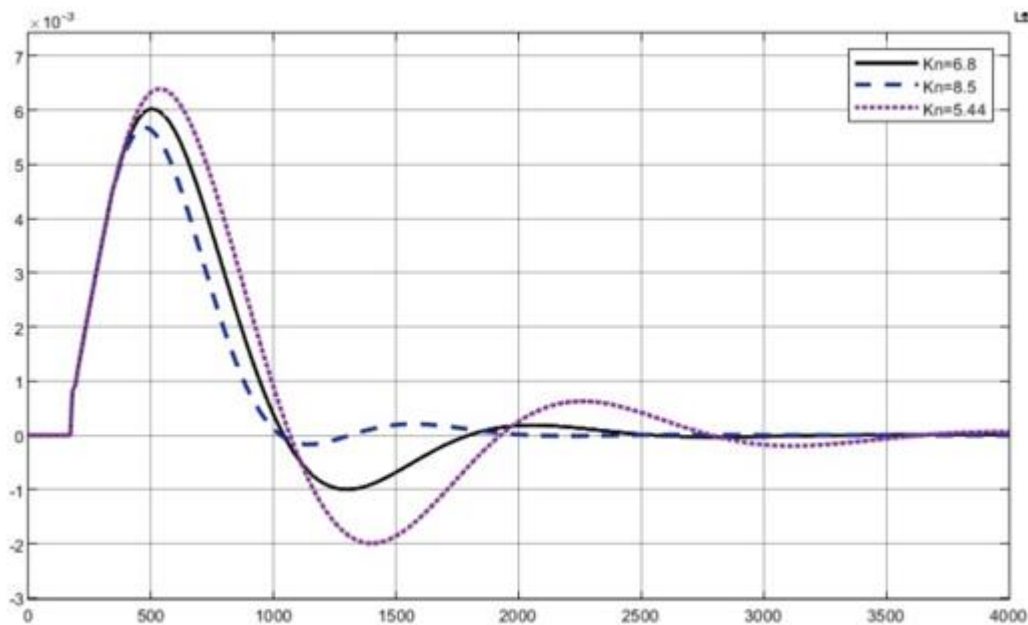


Рисунок 2. 27 Перехідні процеси при зміні K_p в коригуючому регуляторі по каналу збурення- вихід.

Таблиця 2. 5 - Критерії якості для каналу збурення-вихід при зміні параметру K_p

Показники якості	Параметр K_p		
	$K_p = 6,8$	$K_p = 8,5$	$K_p = 5,44$
Δy	0,006	0,0058	0,0064
$u_{ст}$	0	0	0
$t_{пп}, c$	1000	970	2570
$\sigma, \%$	16,7	2,83	31,25
ψ	0,97	0,97	0,9

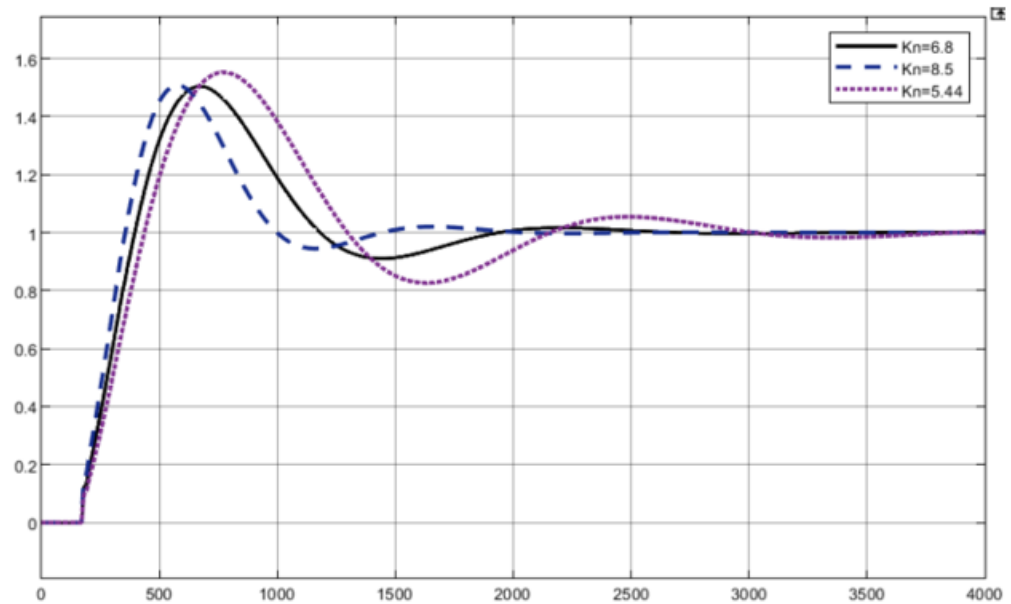


Рисунок 2. 28 Перехідні процеси при зміні K_p в коригуючому регуляторі по каналу завдання- вихід

Таблиця 2. 6 - Показники якості по каналу завдання-вихід при зміні K_p

Прямі показники якості	Параметр K_p		
	$K_p = 6,8$	$K_p = 8,5$	$K_p = 5,44$
Δu	0,485	0,493	0,51
$u_{ст}$	0	0	0
$t_{пп}, c$	1167	979	2700
$\sigma, \%$	51	51	55
ψ	0,97	0,96	0,9

Виконаємо варіацію параметра K_i коригуючого ПІ-регулятора.

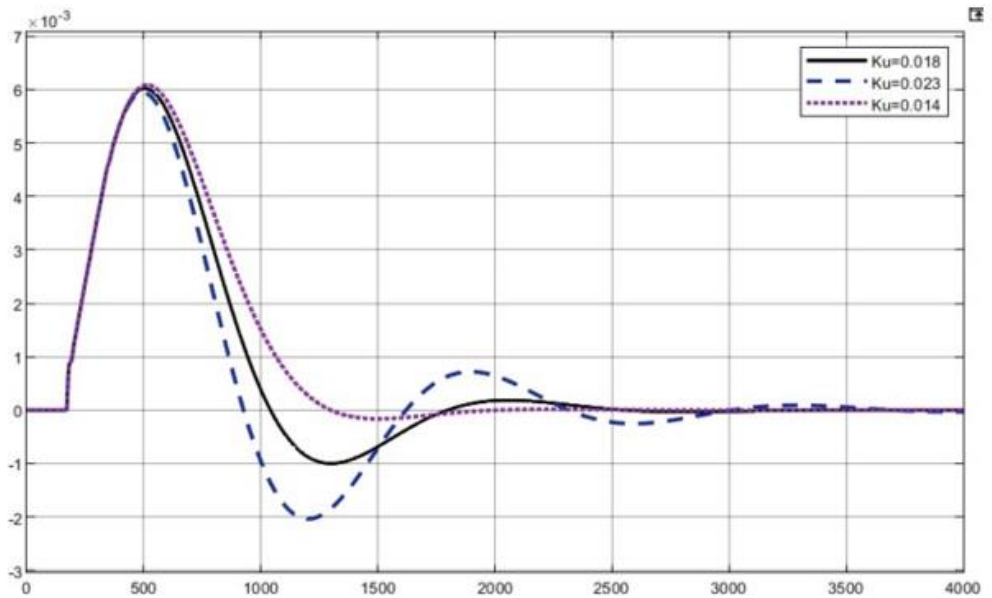


Рисунок 2. 29 Перехідні процеси в коригуючому регуляторі по каналу збурення- вихід

Таблиця 2. 7 - Показники якості по каналу «збурення-вихід» після варіювання

Прямі показники якості	Параметр K_i		
	$K_i = 0,018$	$K_i = 0,023$	$K_i = 0,014$
Δy	0,0056	0,00585	0,00608
$u_{ст}$	0	0	0
$t_{пп}, c$	1000	2200	1190
$\sigma, \%$	16,7	34,6	2,7
ψ	0,97	0,88	1

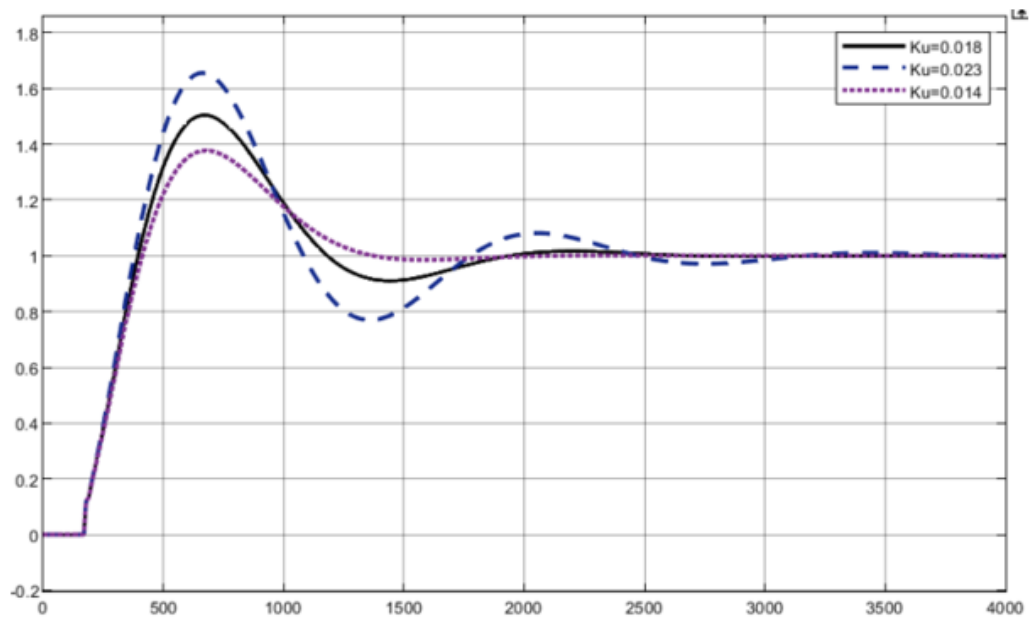


Рисунок 2. 30 Перехідні процеси в коригуючому регуляторі по каналу завдання- вихід

Таблиця 2. 8 - Показники якості по каналу завдання-вихід після зміни K_u

Показники якості	Параметр K_u		
	$K_u = 0,018$	$K_u = 0,023$	$K_u = 0,014$
Δy	0,5	0,66	0,38
$y_{ст}$	0	0	0
$t_{пп}, c$	1170	2300	1250
$\sigma, \%$	50	66	38
ψ	0,97	0,88	1

Після дослідження вирішено обрати наступні налаштування регуляторів: $K_u = 0,014, K_p = 6,8, K = 20,5$.

Порівняємо каскадну систему керування з одноконтурною.

$$W_{об}(p) = \frac{0.145e^{-170p}}{1400p+1};$$

Налаштуємо регулятор використавши метод РАФХ.

Використаємо формули для налаштування ПІ-регулятора:

$$K_p = -\frac{mQ(m, i\omega) + P(m, i\omega)}{A^2(m, i\omega)};$$

$$K_u = \frac{-\omega(m^2 + 1) \cdot Q(m, i\omega)}{A^2(m, i\omega)},$$

$$A(m, i\omega) = \sqrt{P^2(m, i\omega) + Q^2(m, i\omega)}.$$

Далі оберемо ступінь коливальної стійкості $m_{зд} = 1,3$ та побудуємо в Matlab лінії m у координатах $K_p; K_u$.

```
w = 0:0.0001:0.01;|
m=1.3;
p=(1i-m).*w;
W=(0.145*exp(-170.*p))./(1400.*p+1);
A=imag(W).^2+real(W).^2;
Ku=(-w*(m^2+1).*imag(W))./A;
Kp=(-(real(W)+imag(W).*m))./A;
plot(Kp,Ku,'k');
ha=gca;
ha.XAxisLocation = 'origin';
ha.YAxisLocation = 'origin';
grid on;
xlabel('\bf\fontsize{12} Kp');
ylabel('\bf\fontsize{12} Ku');
```

Рисунок 2. 31 Код побудови кривої

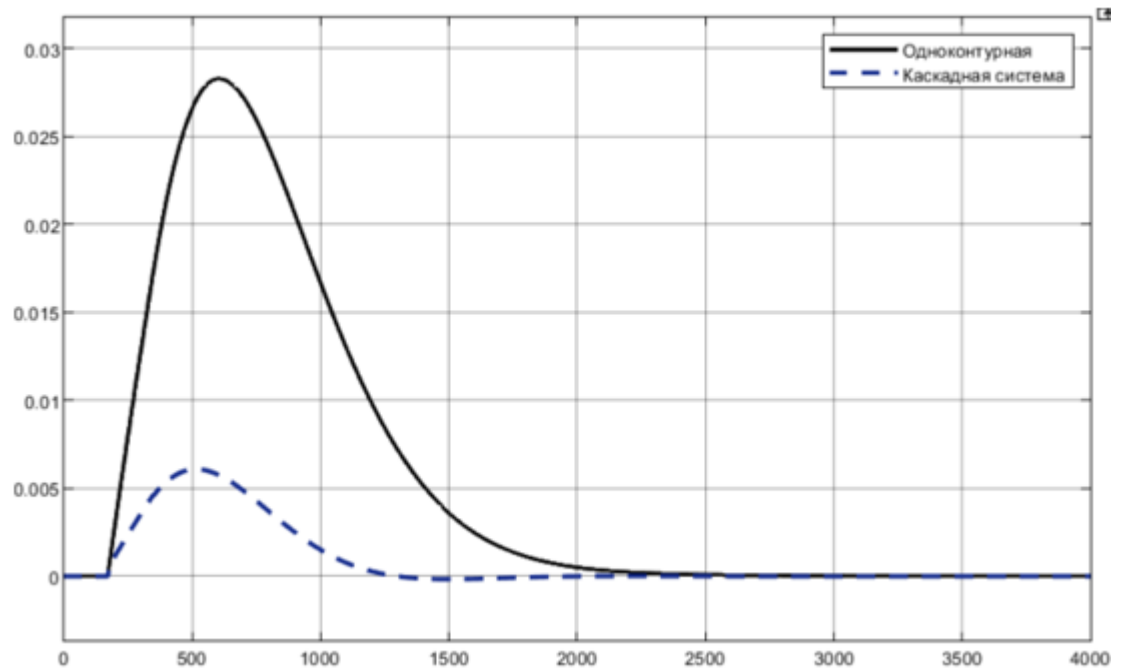


Рисунок 2. 34 Перехідні процеси за каналом збурення-вихід для одноконтурної та каскадної систем регулювання.

Таблиця 2.9 Порівняння показників якості системи регулювання.

Показники якості	Одноконтурна система	Каскадна система
Δy	0,0287	0,0056
$u_{ст}$	0	0
$t_{пп}, c$	1098	1178
$\sigma, \%$	0	0
ψ	1	1

З отриманих показників видно, що якість перехідного процесу у каскадній системі регулювання вище, ніж у одноконтурної. Динамічне відхилення в каскадній САР значно менше, тож застосування каскадної системи керування температури в системі вентиляції для цеху є доцільним.

Для живлення пристроїв системи до мережі підключені 2 стабілізатори напруги 220VAC/24VDC потужністю 30 Вт цього достатньо при наявних приладах.

Термістори підключаються до відповідних аналогових входів контролера та спільної клеми GND. Відповідно підключення термостату обмерзання та реле перепаду тиску на прикладі блоку CN3.

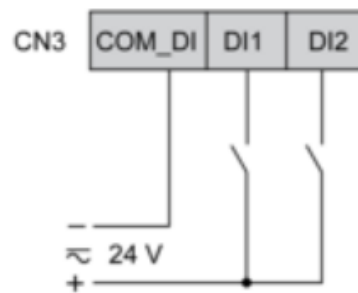


Рисунок 3.2 – Блок CN3

Сервоприводи повітряних заслінок та клапанів живляться відповідно до типу наприклад приточний та витяжний приводи підключені каскадно живляться від 24В DC приточний привід керується сигналом 0..10В від ПЛК та подає відповідний сигнал на витяжний привід (клема U притока підключена до Y витяжного привода).Приводи заслінок відсосів установки В2 керуються дискретно та живляться від 220 АС.

Перетворювачі частоти мають клеми на управління, підтвердження роботи та пуск, відповідно сигнал дискретного вихода ПЛК керує пуском, пресостат та відповідні клеми підтвердження роботи підключені до дискретних входів, а керуючим сигналом 0..10В від аналогового вихода ПЛК частотники управляються.

Для керування пуском насосів рекуператора та калорифера використовуємо контактор, реле підключені до дискретних виходів контролера.

3.4 Схема зовнішніх з'єднань

Схема зовнішніх з'єднань і підключень є ключовою частиною проектування та документації електричних систем і пристроїв. Вона надає детальну інформацію про те, як електричні компоненти, пристрої та кабелі взаємодіють між собою та з зовнішнім середовищем.

Основна мета цієї схеми полягає в наочному зображенні фізичних підключень, щоб забезпечити правильне функціонування системи. Вона дозволяє зрозуміти, які проводи, кабелі та інші засоби з'єднання потрібні, а також які контакти та роз'єми слід використовувати для з'єднань. На рис. 3.3 представлена схема зовнішніх з'єднань і підключень, яка ілюструє ці взаємодії.

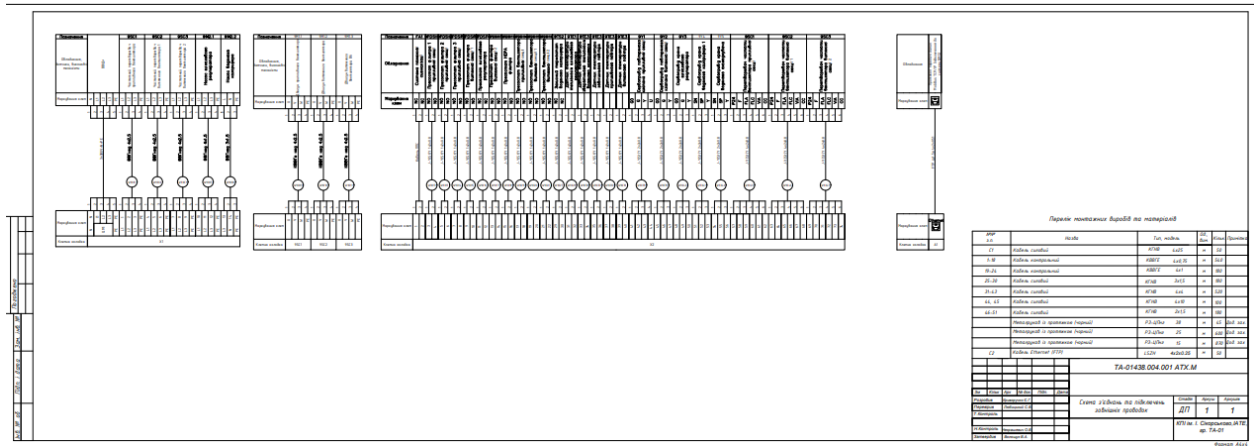


Рисунок 3.3 – Схема з'єднань та підключень зовнішніх проводок

На схемі зображено підключення виконавчих механізмів з клемниками щита трипровідним контрольним кабелем за допомогою якого відбувається живлення. Також зображені клеми приладів та їх відповідне підключення.

Для з'єднання NTC датчиків використовується двопровідна система підключення двожильним контрольним кабелем. Аналогічно підключені реле перепаду.

Для живлення частотних перетворювачів використовується 3 жильний силовий кабель, також цей кабель застосовується для підключення живлення двигунів вентиляторів з частотними перетворювачами.

РОЗДІЛ 4 ПРОГРАМУВАННЯ ПТКЗА

4.1 Програмування функціональності ПЛК

Програмування контролера було розроблено у середовищі розробки EcoStruxure Machine Expert.



Рисунок 4.1 Середовище розробки EcoStruxure Machine Expert

Алгоритм керування системою був розроблений у вигляді блоків FBD.

Кожен блок відповідає за свій елемент системи. На початку створюється таблиця змінних та налаштування аналогових виходів ПЛК.

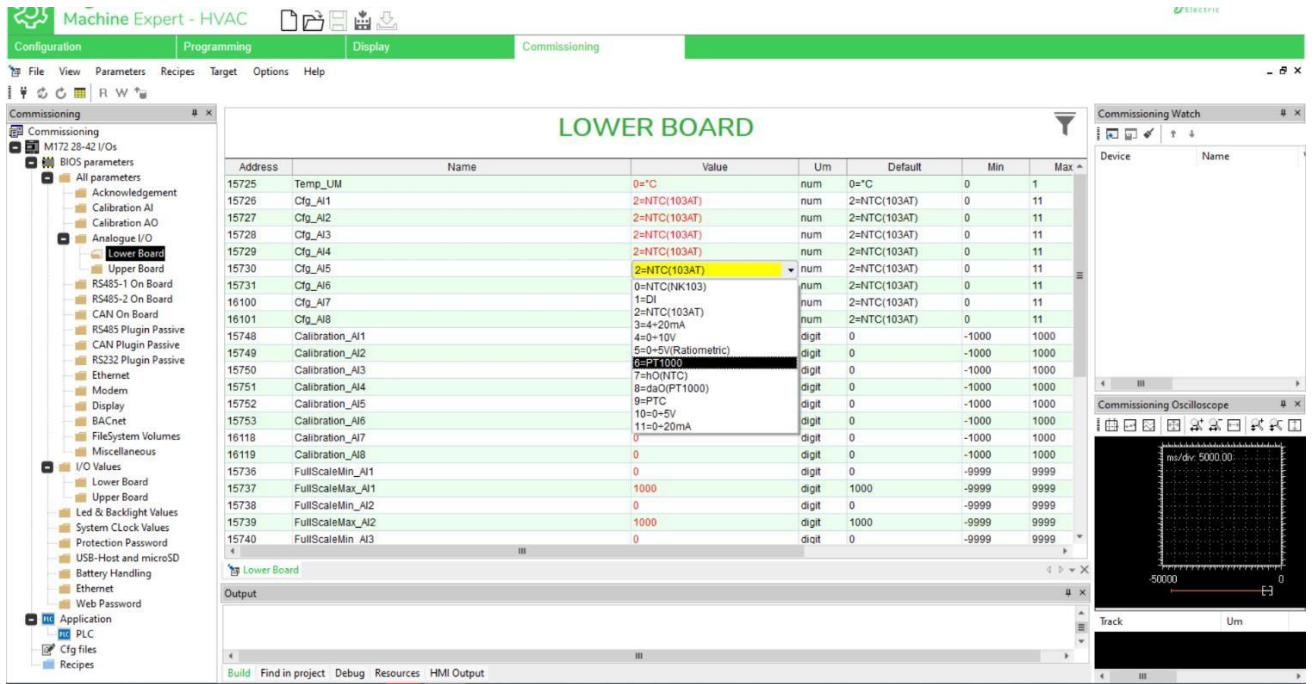


Рисунок 4.2 Налаштування АО ПЛК

Реалізація отримання сигналів датчиків(рис. 4.3).

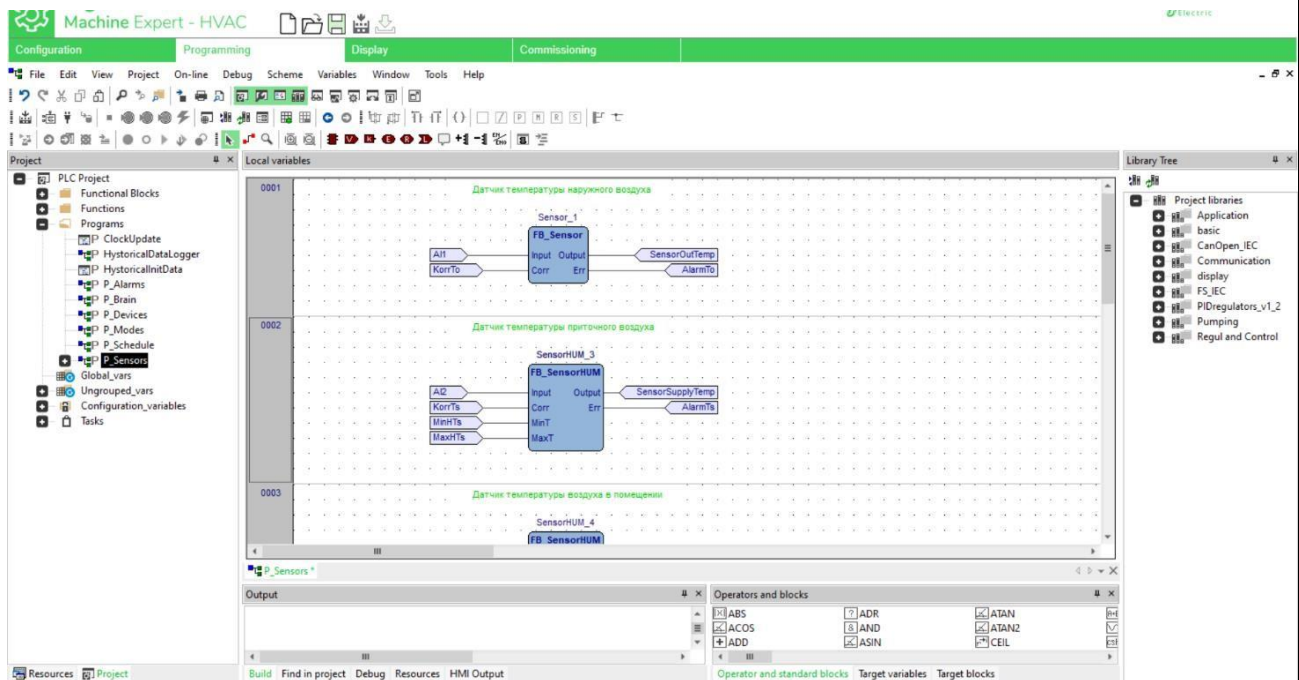


Рисунок 4.3 Блоки датчиків температури

Перевірка сигналу для запобігання обриву датчика.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

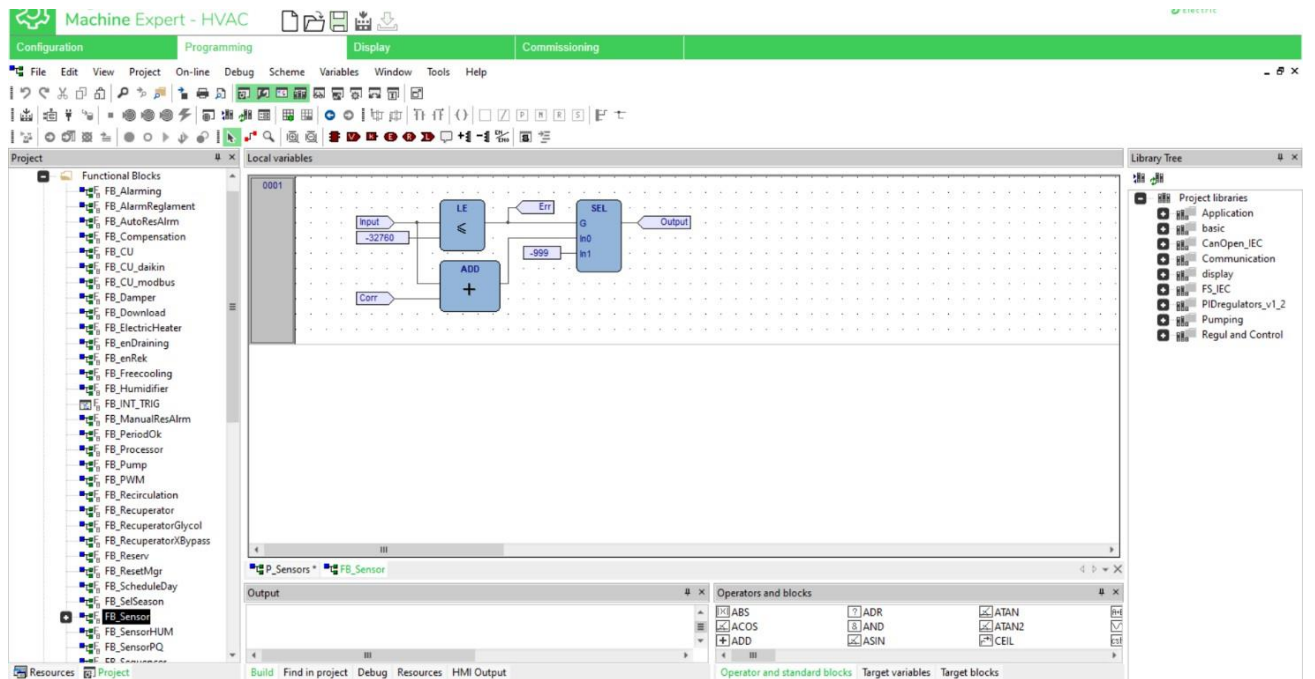


Рисунок 4.4 Блок опрацювання сигналу NTC10к

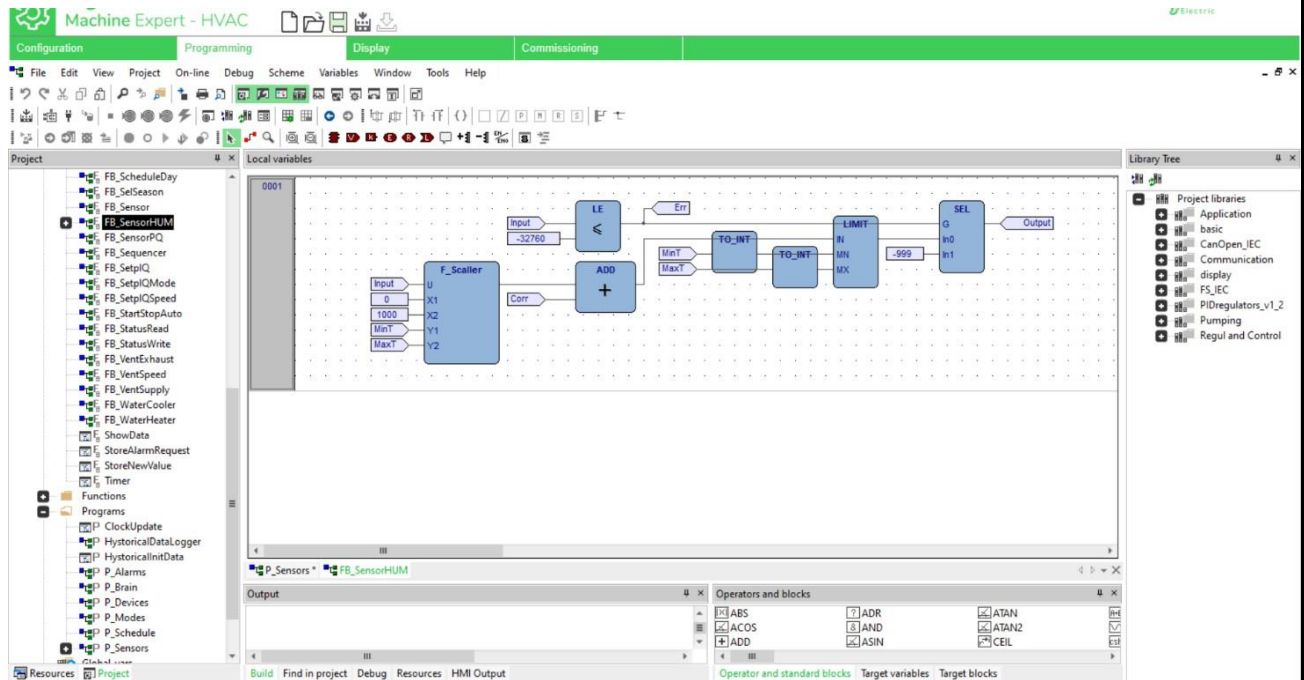


Рисунок 4.5 Блок опрацювання сигналу 0..10В

Блоки аварій калорифера та припливного вентилятора.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТА-0143.0004.001.АТХ.П

Лист

55

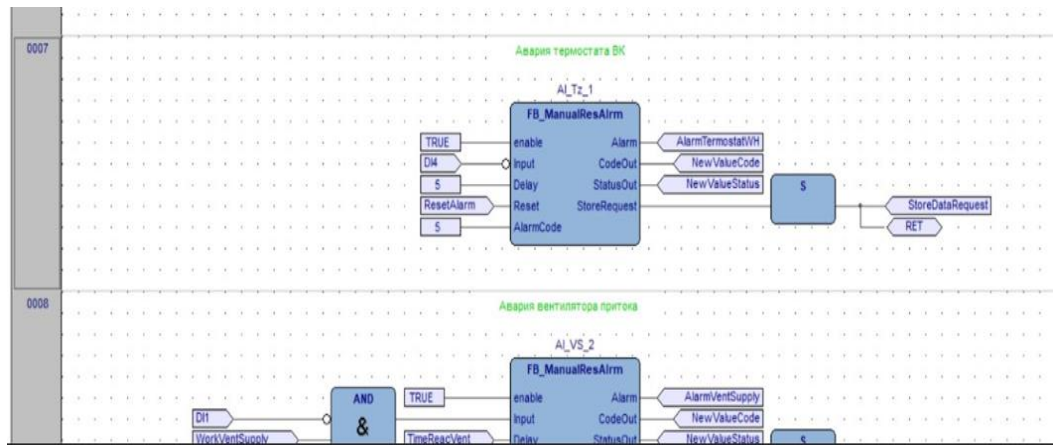


Рисунок 4.6 Блок опрацювання аварій

Блоки опрацювання аварій обривів датчиків забруднення фільтрів (рис. 4.7).

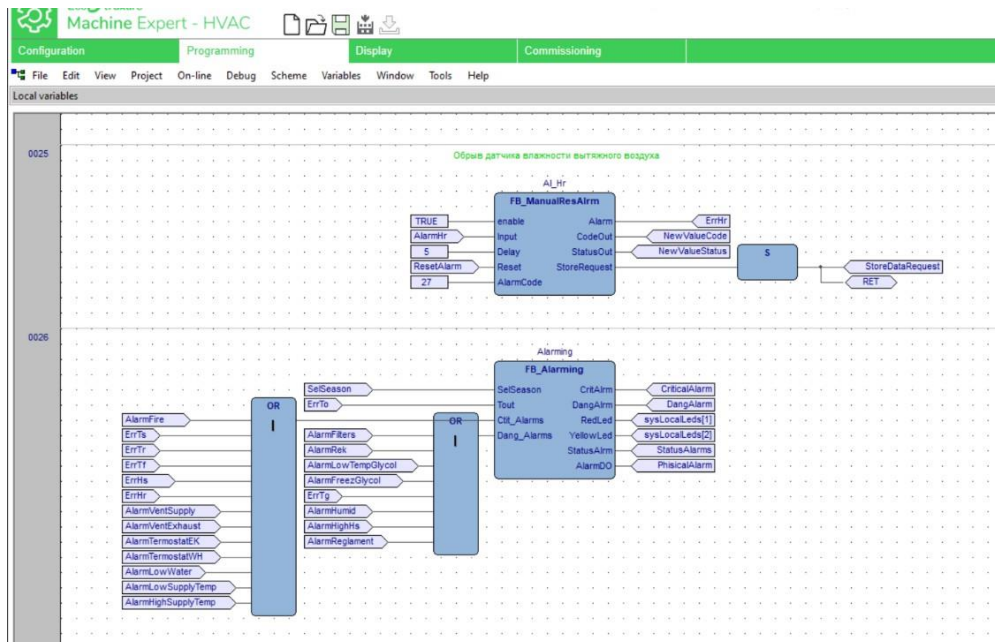


Рисунок 4.7 Опрацювання критичних та небезпечних аварій

Вибір режиму роботи в залежності від температури навколишнього середовища (рис. 4.8, 4.9).

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

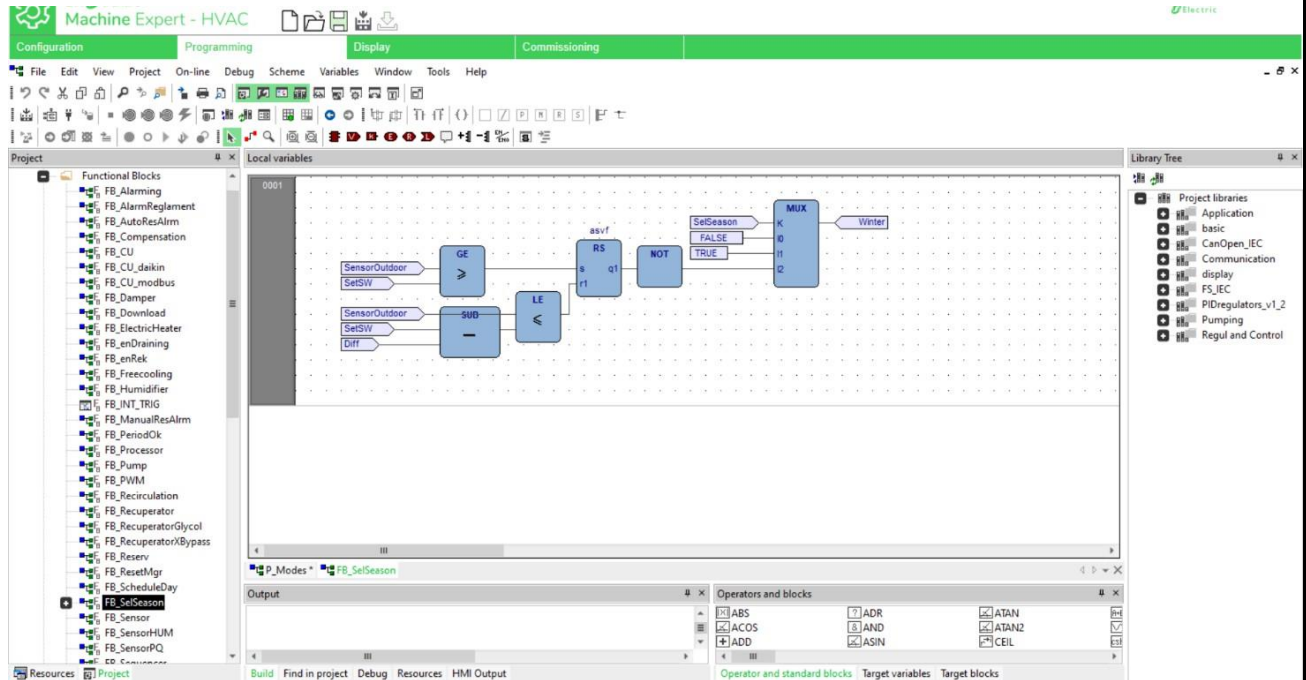
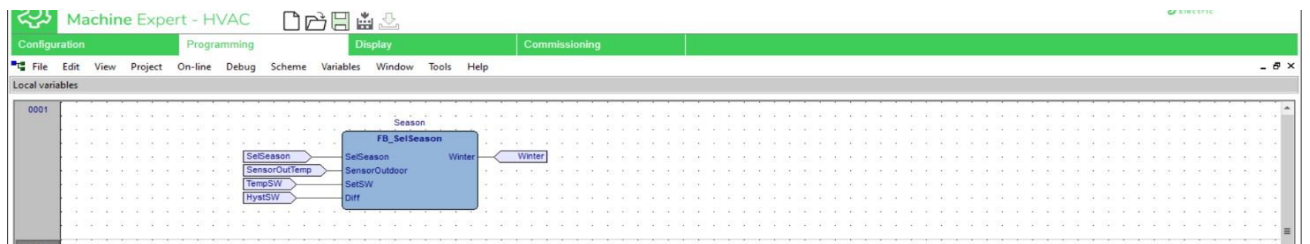


Рисунок 4.8-4.9 Визначення режиму роботи припливно-витяжної установки

Блоки керування установкою в дистанційному режим, за розкладом або місцевий режим.

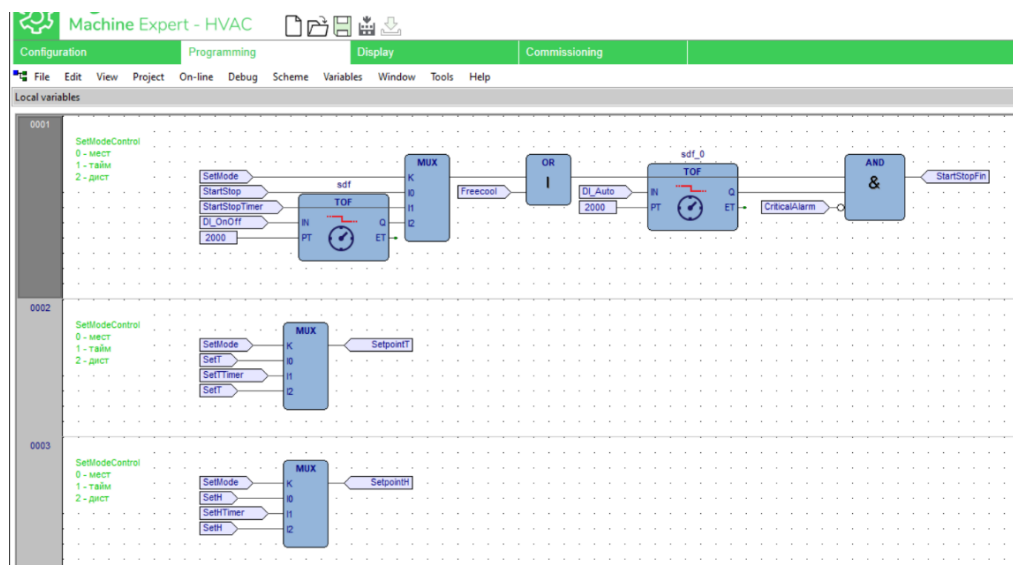


Рисунок 4.10 Блок вибору режимів установки

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

ТА-0143.0004.001.АТХ.П

Лист

57

Блок відкриття припливної та витяжної заслінки послідовний пуск вентиляторів після відкриття заслінок.

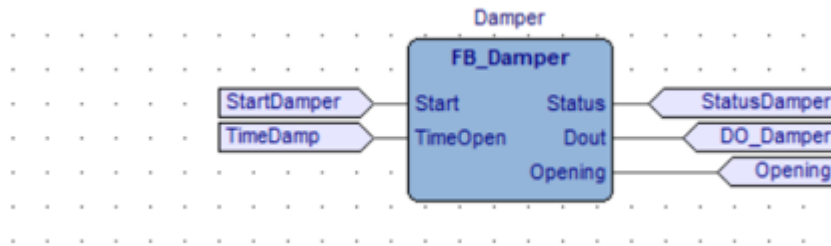


Рисунок 4.11 Блок керування повітряними заслінками

Основна логіка роботи елементів припливно-витяжної установки (рис. 4.12).

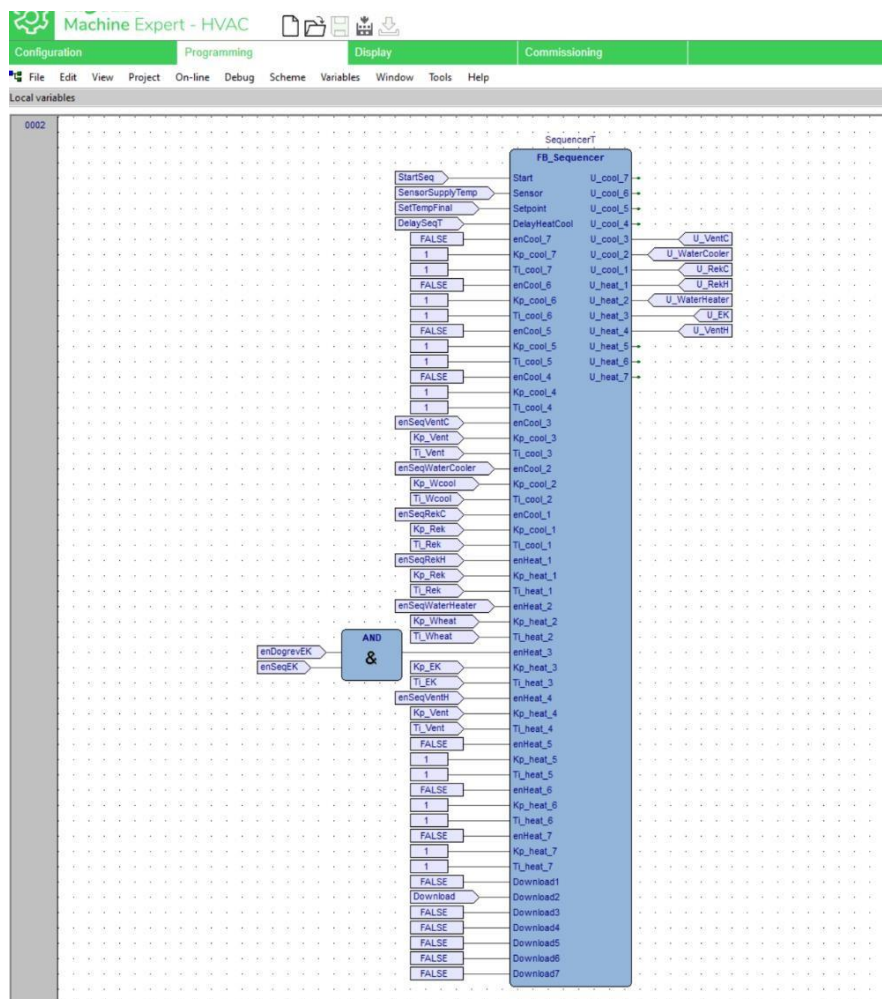


Рисунок 4.12 Блок організації роботи елементів

Основні блоки керування пристроями системи.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Функціональний блок керування водяним калорифером. (рис. 4.14).



Рисунок 4.14 Функціональний блок калорифера

Для досягнення уставки температури, що задається користувачем, контролер поступово підвищуватиме відсоток регулятора водяного калорифера, регулювання якого здійснюється 3-х ходовим клапаном.

Установкою передбачено встановлення термостату.

Контролером передбачено підтримку температури зворотного теплоносія та реалізовано алгоритми, що запобігають загрози обмерзання по воді – датчиком температури та по повітрю – термостатом. В режимі нагріву циркуляційний насос працює постійно. При виникненні загрози заморожування теплообмінника повністю відкривається трьохходовий клапан.

Вентилятори зупиняють роботу та відкривається клапан калорифера.

Блок керування клапаном водяного охолоджувача (рис.4.15). Працює тільки коли температура зовні вище витяжної відкриття клапану залежить від регулятора блоку з основною логікою.

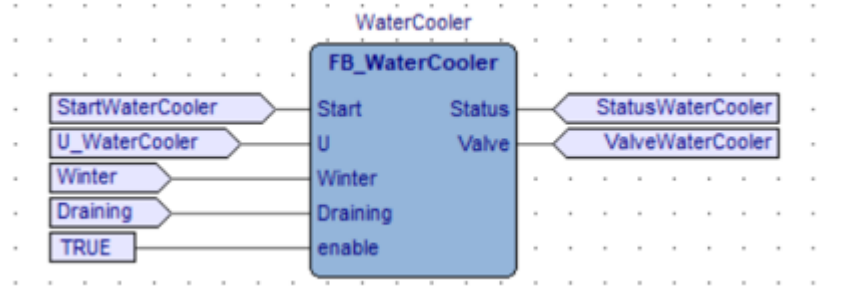


Рисунок 4.15 Функціональний блок водяного охолоджувача

Для досягнення уставки температури контролер поступово підвищуватиме відсоток регулятора охолоджувача, тим самим відкриваючи 3-ходовий клапан.

Блоки управління вентиляторами та їх швидкостями (рис 4.16). в режимі роботи по температурі.

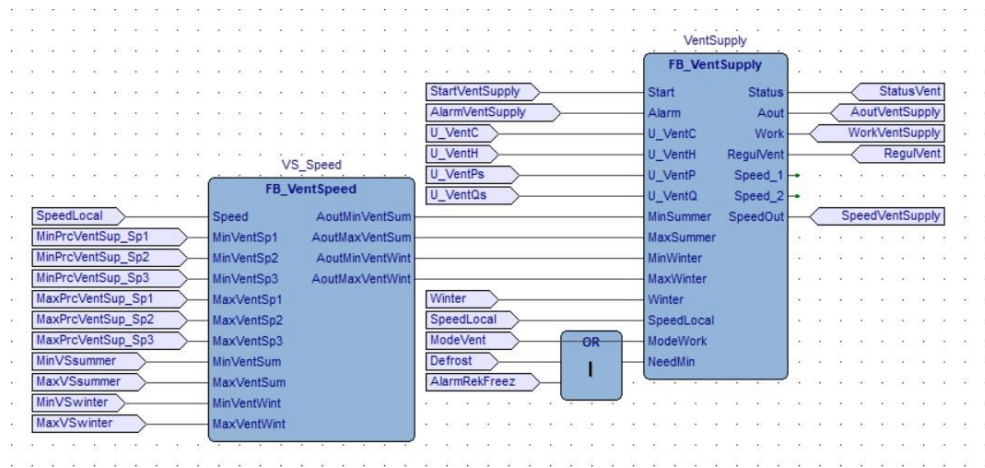


Рисунок 4. 16 Функціональні блоки керування вентиляторами та швидкостями

Блок для індикації стану системи шляхом регулювання індикатору.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

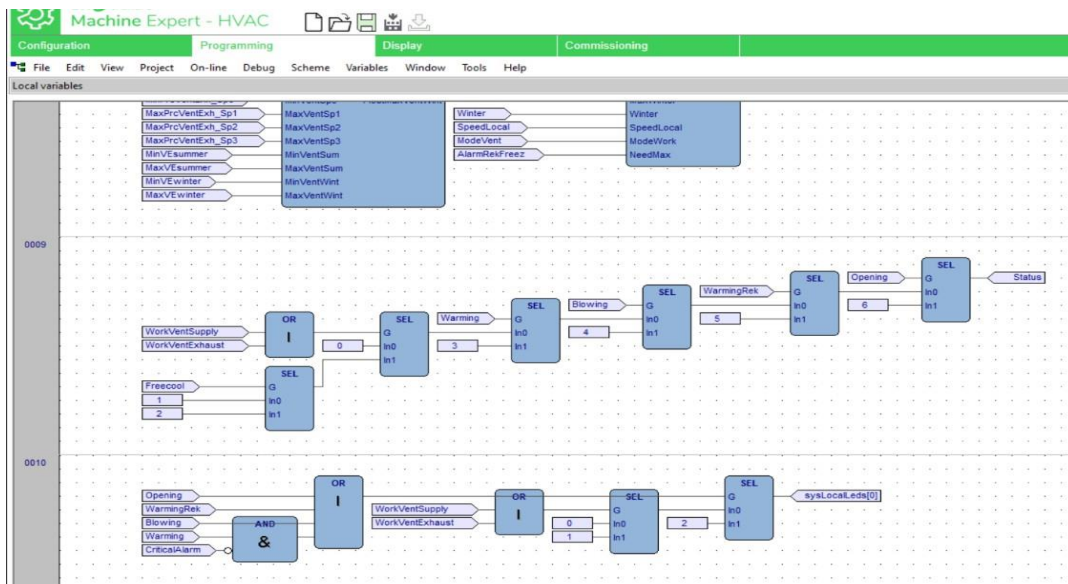


Рисунок 4.17 Формування змінної загального стану системи

4.2 Імітаційне програмування системи

В середовищі розробки є можливість зробити симуляцію для перевірки роботи алгоритму, що був розроблений для даної ПВУ.

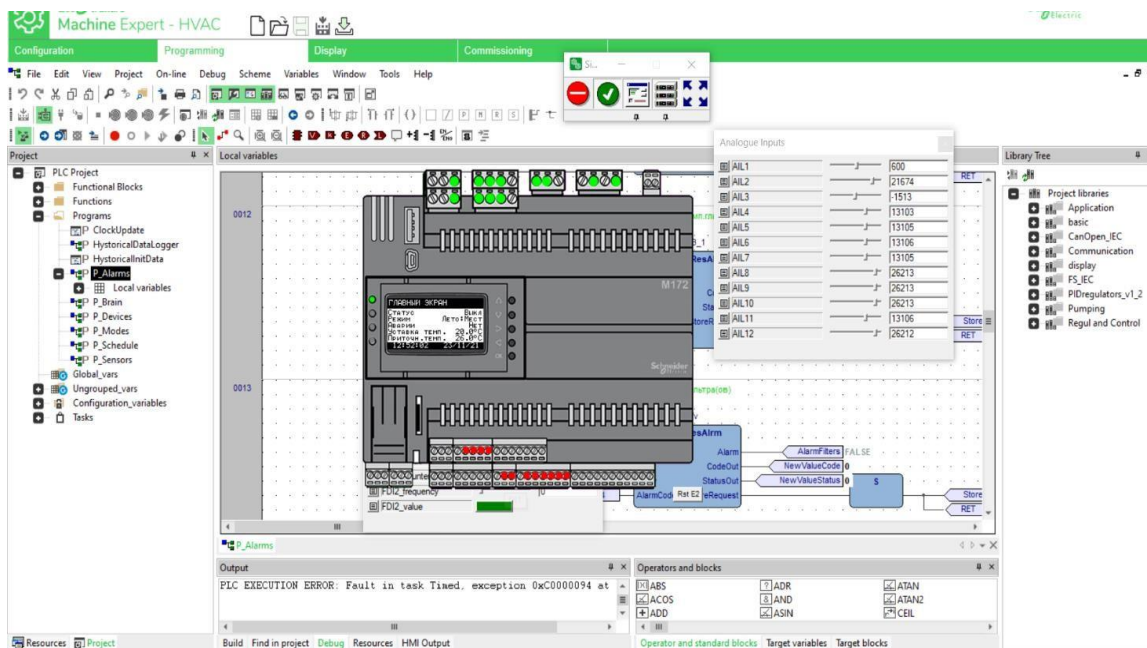


Рисунок 4.18 Симулятор контролера

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Є можливість задати значення давачів та визначити стан дискретних входів (наприклад, отримання дозволу роботи установки або формування аварій). Це необхідно для того, щоб змодельовати необхідний стан системи.

За допомогою кнопок в симуляторі (ці кнопки фізично наявні на контролері), маємо можливість робити переміщення по меню контролера (рис. 4.19).



Рисунок 4.19 Головне меню

Для того щоб перейти в меню налаштувань пристроїв необхідно ввести пароль, який визначено в програмі.

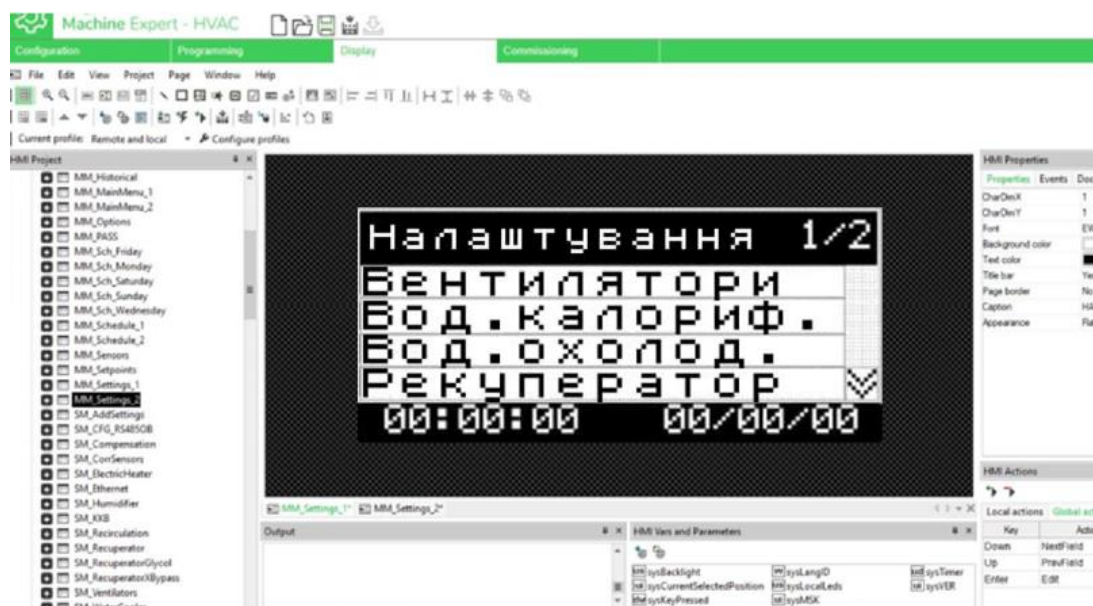


Рисунок 4.20 Головне меню налаштувань

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці є однією з основних складових прав людини, закріплених в Конституції та Законах України. Згідно з Законом України «Про охорону праці», охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Завдання охорони праці – звести до мінімуму імовірність травматизму чи захворювання працюючих та створити безпечні та комфортні умови для їх праці, що забезпечують найкраще самопочуття та максимальну працездатність людини

Також охорона праці має важливе соціальне та економічне значення.

Соціальне значення охорони праці полягає в сприянні росту ефективності суспільного виробництва шляхом безперервного вдосконалення і поліпшення умов праці, підвищення їх безпеки, зниження виробничого травматизму і профзахворювань.

Економічне значення охорони праці визначається ефективністю заходів щодо поліпшення умов та підвищення безпеки праці і є економічним вираженням соціальної значимості охорони праці.

З урахуванням теми дипломної роботи: «АСУ вентиляційною установкою зварювального цеху», у даному розділі представлені пропозиції щодо технічних рішень та організаційних заходів, які стосуються виконання діючих вимог з безпеки експлуатації засобів автоматизації і технологічного устаткування та визначені основні заходи, що стосуються питань техніки безпеки, електробезпеки, гігієни праці та виробничої санітарії, а також пожежної безпеки і її профілактики при організації роботи в зварювальному цеху.

					ТА-0143.0004.001.АТХ.П	Лист
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації засобів автоматизації і технологічного устаткування

Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації засобів автоматизації і технологічного устаткування вентиляції у зварювальному виробництві розроблені згідно вимог:

- Правила охорони праці під час зварювання металів. Затверджені наказом Міністерства надзвичайних ситуацій України від 14.12.2012р. № 1425;

- ПУЕ-2017;

- ДСТУ 7237:2011;

- ДСТУ Б А.3.2-12:2009. Система стандартів безпеки праці. Системи вентиляційні. Загальні вимоги. Затверджені наказом Міністерства регіонального розвитку та будівництва та України від 23.12.2009р. №678;

- ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. Затверджені наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 25.01.2013р. № 24;

- ДСН 3.3.6.042–99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

Особливості умов праці зварників характеризуються наявністю низки небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що є наслідком зварювального процесу.

Виробничі зварювальні цехи необхідно обладнати загальною обмінною припливно-витяжною вентиляцією. Повітря, яке видаляється витяжними установками під час зварювання металів усередині виробів, повинно відводитися за межі приміщення. Для уловлювання зварювального аерозолу на стаціонарних постах встановлювати місцеві відсмоктувачі у вигляді витяжної вертикальної шафи. При автоматичному зварюванні під флюсом, в захисних газах, електрошлакового зварювання застосовують пристрої з місцевим відсмоктуванням газів.

					ТА-0143.0004.001.АТХ.П	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Підлоги для виконання дугового та електрошлакового зварювання мають бути виготовлені з матеріалів, що не згорають і мають малу теплопровідність. Підлога повинна мати рівну не ковзку поверхню.

Зварювання металів відкритою дугою виробів середніх і малих розмірів в стаціонарних умовах повинно здійснюватися у вентиляованих, спеціально обладнаних кабінах. В разі унеможливлення виконувати зварювання металів на стаціонарних постах для локального видалення пилу і газоподібних компонентів аерозолі від зварювальної дуги повинні застосовуватися місцеві відсмоктувачі.

Пристосування для установа зварюваних деталей повинні забезпечувати стійке їх положення та зручне їх перевертання і переміщення.

На кожне стаціонарне робоче місце працівника з електрозварювальних робіт, крім площі, займаної устаткуванням і проходами, повинно бути відведено не менше 4,5 м².

Для захисту працівників на суміжних робочих місцях від небезпечних чинників, що супроводжують зварювання, ділянки зварювання металів повинні бути огорожені негорючими перегородками або конструкціями порталів, консолей. Відстань до проходів від місця зварювання повинна бути не менше 5 метрів для захисту сторонніх працівників від випромінювання зварювальної дуги.

У виробничих приміщеннях зварювальних цехів, де проводяться роботи зі шкідливими речовинами (кислотами, лугами), для промивання очей і шкіри повинні бути передбачені душі і фонтанчики.

Не дозволяється розміщувати горючі матеріали в радіусі менше 5 м, а вибухонебезпечні матеріали і устаткування (газогенератори, газові балони) - менше 10 м від місця проведення електрозварювальних робіт.

При зварюванні у вуглекислому газі і сумішах газів, майданчик, де встановлюється контейнер зі зрідженим газом, повинен мати металеве огороження на відстані не менше одного метра.

					ТА-0143.0004.001.АТХ.П	<i>Лист</i>
						67
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Температура повітря в приміщенні для роботи з вуглекислим газом не повинна перевищувати 25 град.С.

Для автоматизованих процесів зварювання, які супроводжуються утворенням шкідливих аерозолів, газів і випромінювань, що перевищують допустимі концентрації і рівні, необхідно передбачати дистанційне керування.

5.1.1 Електробезпека

При організації роботи в зварювальному цеху особливе значення має дотримання вимог з електробезпеки викладених у таких нормативних документах:

- Правил безпечної експлуатації електроустановок (із змінами, внесеними згідно з Наказом Держнаглядохоронпраці N 26 від 25.02.2000р.);
- ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом;
- ДСТУ EN 61140:2015. Захист проти ураження електричним струмом. Загальні аспекти щодо установок та обладнання;
- ДСТУ 7237:2011. Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту.

Все технологічне устаткування цеху відповідно діючих вимог з електробезпеки, згідно з ДСТУ ІЕС 61140:2015 має І клас за електрозахистом.

Для живлення засобів автоматизації і обладнання в цеху використовується 4-х провідна 3-х фазна електромережа із заземленою нейтраллю, з робочою напругою 220/380 В та частотою 50 Гц. Застосована система захисного заземлення TN (підсистеми TN-C), яка виключає можливість ураження персоналу електричним струмом при пробі на корпус електроустановки однієї з фаз електромережі, що забезпечується завдяки швидкому вимиканню ділянки електромережі, на якій виникло замикання фази на корпус, за рахунок використання пристроїв максимального струмового захисту.

					ТА-0143.0004.001.АТХ.П	<i>Лист</i>
						68
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Електричне обладнання, що застосовується для зварювання, і його експлуатація повинні відповідати вимогам ДНАОП 0.00-1.32-01 та ДНАОП 0.00-1.21-98.

Електричні проводи і кабелі для живлення електроустаткування та установок мають зовнішню ізоляцію і захист від механічних ушкоджень (кожухи, підвіски, пристрій для укладання кабелів, троси).

Органи керування машин термічного різання оснащені блокувальним захистом для унеможливлення (незалежно від положення органів керування) самовільного ввімкнення машин термічного різання в разі відновлення раптово зниклої напруги.

Металеві вали ручних приводів, рукоятки, маховики ізолювані від частин машин термічного різання, що знаходяться під напругою, і мають електричний контакт із незнімними частинами виробу, на яких розташований елемент заземлення.

Під час дугового зварювання повинні застосовуватися ізолювані гнучкі кабелі, розраховані на надійну роботу при максимальних електричних навантаженнях з урахуванням тривалості циклу зварювання.

Відстань від зварювальних проводів до гарячих трубопроводів і балонів з киснем не менше 0,5 м, а з горючими газами - не менше 1 м.

Металеві частини електрозварювального устаткування, що не перебувають під напругою, а також зварювані вироби і конструкції на весь час виконання робіт зі зварювання заземлені відповідно до вимог.

Пульти керування мають блокування для унеможливлення керування від різних пультів, сигналізацію, а також аварійні кнопки.

Зварювальні установки мають бути захищені запобіжниками або автоматами зі сторони мережі живлення.

Електрозварювальний інструмент (електродотримачі, електропаяльники, електрорізаки) не повинні мати відкритих струмоведучих частин, а рукоятки виготовляються із струмоізолюючих матеріалів.

					ТА-0143.0004.001.АТХ.П	<i>Лист</i>
						69
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Згідно з ДСТУ 7237:2011, для захисту від випадкового дотику людини до струмовідних частин електроустановки використовуються такі технічні рішення:

1. Забезпечення ізоляції нормально струмовідних частин електроустановок (кабелі прокладаються у кабельних конструкціях та коробах). Опір ізоляції повинен складати 1 кОм на 1 В напруги, але допускається зниження опору ізоляції до 0.5 кОм на 1 В напруги під час роботи. Усі вимикачі та розетки мають бути закритого типу.

2. Використання закритих розподільних шаф, пускових пристроїв і клемних коробок, які розміщуються в спеціальних кожухах, для забезпечення недоступності персоналу до неізольованих струмовідних частин ЕУ.

3. Застосування захисних огорожень.

4. Розміщення світильників з робочою напругою живлення 220 В на висоті не менше 2,5 м над рівнем підлоги.

5. Використання попереджувальних знаків і міток для орієнтації персоналу (всі струмопровідні частини мають бути обгороджені й вивішені плакатами "Обережно! Напруга!").

6. Використання зниженої напруги (мережа змінного й аварійного освітлення з напругою 12 В, а також переносне освітлення. Допускається використання акумуляторних й батарейних ліхтарів. Для ручного електроінструмента й місцевого стаціонарного освітлення використовується напруга 42 В).

7. Використання засобів індивідуального захисту (діелектричні рукавички, боти, килими, а також струмо-вимірювальні кліщі і покажчики напруги, сходи-драбини, інструмент з ізолюючими рукоятками). Усі захисні засоби зберігаються в спеціальній шафі, яка захищає їх від впливу тепла й опромінення.

8. Для запобігання ураження електричним струмом при дотику до металевих неструмовідних частин, які можуть бути під напругою через пошкоджену ізоляцію

					ТА-0143.0004.001.АТХ.П	<i>Лист</i>
						70
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

застосовується захисне заземлення типу TN (підсистема TN-C), що дає змогу уникнення ураження персоналу електричним струмом при пробії фази на корпус обладнання. Це досягається за допомогою приєднання неструмовідних провідних частин до заземленої нейтралі електромережі за допомогою «PEN»- провідника. Контроль стану захисного заземлення проводиться один раз на три роки.

Максимальні значення напруг на корпусах електрообладнання при аварійному режимі його роботи не повинні перевищувати допустимих значень.

5.2 Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії.

Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії розробляються відповідно до вимог Наказу Міністерства охорони здоров'я України від 08.04.2014 № 248 «Про затвердження Державних санітарних норм та правил. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу».

5.2.1 Мікроклімат робочої зони

Мікроклімат в зварювальному цеху - це умови внутрішнього середовища цього приміщення, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи.

Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивністю теплового опромінення.

Мікрокліматичні умови приміщення та їх забезпечення розроблені і дотримуються відповідно до вимог ДСН 3.3.6-042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» та ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»

					ТА-0143.0004.001.АТХ.П	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

В приміщенні цеху виконуються роботи середньої важкості категорії Пб, але через специфічне обладнання особливості технологічного процесу забезпечити оптимальний рівень параметрів повітряного середовища неможливо, тому забезпечено допустимі мікрокліматичні умови (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 Допустимі параметри повітряного середовища

Період року	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с
Холодний	20 - 24	75	Не більше 0,2
Теплий	21- 28	60	0,1-0,3

5.2.2 Склад повітря робочої зони

Для створення безпечних умов виробничої діяльності потрібно забезпечити необхідну чистоту повітря. Внаслідок виробничої діяльності у повітряне середовище цеху можливе виділення шкідливих речовин у концентраціях, що перевищують гранично допустимі санітарні норми або виділення різких і неприємних запахів. Для цього згідно вимог ДБН В.2.5-67:2013 передбачена вентиляція. Вентиляція – процес повітрообміну у виробничих приміщеннях, який забезпечує нормовані значення параметрів мікроклімату та чистоту повітря.

Роботи в зварювальному цеху супроводжуються значним виділенням пилу, тепла і шкідливих газів, тому вентиляція тут обладнана шляхом комбінації місцевих витяжок від зварювальних постів, природної і механічної (припливно-витяжну).

Всі приміщення зварювального цеху повинні бути обладнані системою природної вентиляції, яка забезпечує одноразовий обмін повітря в годину. Природна вентиляція зварювального цеху поділяється на два види: аерація та інфільтрація. Аерація – це природний приплив повітря з вулиці, яким можна керувати, змінюючи просвіт вікон і прорізів в огорожувальних конструкціях будівлі. Інфільтрація здійснюється за допомогою надходження повітряних мас зовні приміщення через прорізи, щілини і зазори, завдяки вітру, різниці температур і тисків, але відрізняється від аерації вона тим, що не керується людиною.

Для видалення шкідливих продуктів зварювання в зварювальному цеху змонтовано також механічну припливно-витяжну вентиляцію, поєднану з повітряним опаленням для зимового часу.

Також у цеху, через можливість раптового надходження великої кількості шкідливих речовин, передбачається влаштування аварійної вентиляції.

5.2.3 Виробничий шум

Виробничий шум — це хаотична сукупність різних за силою і частотою звуків, що виникають у повітряному середовищі і можуть впливати на працездатність людини.

Допустимі рівні шуму повинні відповідати ДСН 3.3.6.037-99 „Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку”.

Для зниження шуму в зварювальних цехах в приміщеннях висотою до 5 м проводять їх акустичну обробку шляхом облицювання стелі і стін (частково) спеціальними звукопоглинаючими плитами і конструкціями, що дозволяють знизити шум в приміщенні на 5-15 дБ. Приміщення висотою більше 5 м обладнують підвісною звукопоглинаючою стелею.

На обладнання, що гучно шумить, встановлюють, спеціальні звукоізолюючі кожухи. Зниження шуму вентиляційних установок, що обслуговують зварювальні ділянки та пости, досягається встановленням у всмоктувальних і нагнітаючих повітроводах глушників шуму – трубчатих або пластинчатих.

5.2.5 Виробничі вібрації

Вібрація це механічні коливання пружних тіл або коливальні рухи механічних систем, які є видом механічного впливу на працівників і можуть мати негативні наслідки для їх організму.

Для зменшення рівня вібрації та запобігання розвитку вібраційної хвороби у працівників необхідно запровадити такі заходи:

					ТА-0143.0004.001.АТХ.П	Лист
						73
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зменшення вібрації у джерелі виникнення шляхом застосування кінематичних та технологічних схем, які усувають чи мінімально знижують дію динамічних сил;
- застосування конструктивних методів зниження вібраційної активності машин та механізмів за рахунок зменшення діючих змінних сил у конструкції та зміні її параметрів (жорсткості, приведеної маси, частоти коливань, сили тертя, використання демпферних пристроїв);
- зниження діючої вібрації на шляху розповсюдження від джерела виникнення шляхом вібропоглинання, віброгасіння, віброізоляції за рахунок застосування спеціальних сидінь, майданчиків з пасивною пружинною ізоляцією, гумових, поролонових вібропоглинаючих матеріалів, мастил тощо;
- своєчасне проведення планово-попереджувальних ремонтів машин з обов'язковим післяремонтним контролем вібраційних характеристик;
- виключення контакту працюючих з поверхнями, що вібрують за межами робочого місця чи робочої зони (використання дистанційного керування, встановлення засобів автоматичного контролю та сигналізації, блокування, застосування захисного огороження тощо).

5.3 Пожежна безпека та профілактика

5.3.1 Технічні рішення системи запобігання пожежі

Пожежа – неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується у часі і просторі.

Пожежна безпека – це стан, за яким з регламентованою імовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі. Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її наслідків.

Виникнення пожежі можливе, якщо в приміщенні присутні три фактори: горюча речовина, окислювач і джерело запалювання.

Найпоширенішими причинами виникнення пожежі під час проведення зварювальних робіт є:

					ТА-0143.0004.001.АТХ.П	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		74

- краплі гарячого шлаку або металу, що потрапили на суху траву, деревину, папір, ганчір'я та інші горючі і легкозаймисті матеріали;
- неправильне поводження зі зварювальним апаратом або газовим пальником, порушення правил їх експлуатації;
- знаходження горючих речовин в безпосередній близькості від робочого місця зварника.

Виробничі приміщення та ділянки, де виконуються роботи з електродугового зварювання і киснево-ацетиленового різання металів, за пожежною та вибуховою небезпекою відносяться до виробництв категорії Г.

Система запобігання пожежі - сукупність засобів та організаційних заходів, призначених для створювання умов, за яких ймовірність виникнення або розвитку пожежі не перевищує унормоване допустиме значення.

Для запобігання виникнення пожежі необхідно дотримуватися таких правил безпеки:

- зварювальні кабелі повинні знаходитися не менше ніж в 50 сантиметрах від трубопроводів і газових балонів;
- місця здійснення зварювальних робіт повинні бути обладнаними первинними засобами пожежогасіння;
- для захисту від бризок розплавленого металу слід використовувати спеціальні екрани;
- зварювальник повинен мати спеціальний захисний одяг з вогнестійким покриттям, який здатен витримувати нетривалий за часом вплив електричної дуги;
- забороняється використання кисневого рукава замість ацетиленового;
- застосування зріджених газів для зварювальних робіт в колодязях і цокольних поверхах заборонено;
- використання відкритого полум'я для відігріву обладнання заборонено.

У зварювальному цеху забороняється:

- приступати до роботи при несправній апаратурі;

					ТА-0143.0004.001.АТХ.П	<i>Лист</i>
						75
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

5.3.2 Технічні рішення системи протипожежного захисту

Системи протипожежного захисту - комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на запобігання впливу на людей небезпечних факторів пожеж і обмеження матеріальних збитків від них.

Згідно вимог ДБН В.2.5-56-2014 протипожежний захист приміщення зварювального цеху забезпечується:

- застосуванням засобів пожежогасіння і відповідних видів пожежної техніки;
- встановленням автоматичної установки пожежної сигналізації і пожежогасіння;
- застосуванням основних будівельних конструкцій об'єктів з межами, які регламентують вогнестійкість і розповсюдження полум'я по них;
- застосуванням вогнезахисту конструкцій об'єктів;
- застосуванням обладнання і рішень, які забезпечують обмеження розповсюдження пожежі (протипожежні перешкоди, гранично допустимі площі протипожежних відсіків і секцій, поверховість будинків, аварійне відключення установок і комунікацій, вогнеперешкоджуючі пристрої);
- застосуванням безпечних евакуаційних шляхів та виходів;
- організацією вчасного оповіщення і евакуації людей;
- застосуванням засобів колективного і індивідуального захисту людей;
- встановленням системи грозозахисту;
- застосуванням систем протидимного захисту.

РОЗДІЛ 6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК

Для економічного розрахунку було зібрано інформацію про вартість одиниці обладнання яке застосовано при проектуванні та розраховано загальну вартість обладнання. В таблиці 6.1 зображено інформацію про кошторис обладнання.

Таблиця 6.1 – Кошторис

№	Назва обладнання	К-сть, шт	Вартість одиниці, грн	Загальна вартість, грн
1	Датчик температури каналний, Belimo BELIMO 01DT-1LR	1	900	900
2	Датчик температури накладний 01HT- 1L	2	600	1200
3	Датчик температури каналний, Belimo BELIMO 01DT-1LR	3	900	2 700
4	Диференціальний пресостат Sentera PS500 B	10	950	9 500
5	Термостат загрози замерзання, Ranco O16- H8951	1	3 000	3000
6	Контактор, CES 6.10 230V AC	1	2 500	2 500
7	Контактор, 20-20 230V AC	1	2 500	2500

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТА-0143.0004.001.АТХ.П

Лист

78

Продовження таблиці 6.1:

№	Назва обладнання	К-сть, шт	Вартість одиниці, грн	Загальна вартість, грн
8	Вимикач автоматичний, ETIMAT	3	250	750
9	Вимикач автоматичний, ETIMAT	3	130	390
10	Блок живлення, MEAN WELL HDR-30-24	2	6500	13 000
11	Модуль розширення TM171EP27R	1	5000	5000
12	ПЛК, TM172PDG42R	1	10000	10000
13	Щит ЩЩМ 700x600x300, Schneider	1	3 000	3 000
14	DIN-рейка, IEK Ukraine YDN10-0060	3	35	105
15	Короб пластиковий, Укрем 40x40	3 м	60	180
16	Колодка клемна захищена, IEK Ukraine БЗН ТС-604	1	100	100
17	Клемник, Phoenix Contact 3210567	1	200	200
18	Вимикач навантаження ETI	1	200	200
19	Привід заслінки, Siemens GSA161.1E,	2	2500	5000

Кінець таблиці 6.1:

№	Назва обладнання	К-сть, шт	Вартість одиниці, грн	Загальна вартість, грн
20	Привід для шарового крана, Belimo TR24-SR	2	5 200	10 400
21	Привід для шарового крана, Belimo LR24A-SR	1	6 500	6 500
22	Вентилятор середнього тиску, XB3 ВЦ14-46	3	6 000	18 000
23	Насос циркуляційний, Solar 25-60 130	1	5 200	5 200
24	Частотний перетворювач, Altivar 212	2	12 000	24 000
25	Насос циркуляційний, TP 40-240/2 A-F-A-BQQE-IX1	1	7 500	7 500
26	Кабель силовий, Gal-Kat ВВГ 4x2.5	70 м	21,51	1 626,5
27	Кабель контрольний, AGART KBВВГ 4x2.5	150 м	24,67	3 701
28	Кабель контрольний, J-Y(St)Y 4x2x0.8	100 м	17,88	1788
29	Кабель контрольний, J-Y(St)Y 2x2x0.8	100 м	24,12	2 412
30	Кабель контрольний, J-Y(St)Y 1x2x0.8	150	17,24	2586

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТА-0143.0004.001.АТХ.П

Лист

80

Враховуючи особливості об'єкта автоматизації задатися допустимим терміном окупності:

$$T_{ок} = 3 \text{ роки}$$

Загальна вартість всіх засобів складає:

$$B_o = 140\,738,5 \text{ грн}$$

Витрати на монтаж складових системи:

$$B_m = B_o * 20\% = 140\,738,5 * 20\% = 28\,147 \text{ грн}$$

Витрати на проектування, розробку алгоритмів управління та програмування системи верхнього рівня:

$$B_{пр} = B_o * 5\% = 140\,738,5 * 5\% = 7\,037 \text{ грн}$$

Витрати на пакування та транспортування:

$$B_t = B_o * 3\% = 140\,738,5 * 3\% = 4\,222 \text{ грн}$$

Витрати на виконання пусконаладжувальних робіт:

$$B_{пн} = B_o * 10\% = 140\,738,5 * 10\% = 14\,073 \text{ грн}$$

Сума всіх витрат складає загальну вартість витрат:

$$\Delta K_{авт} = B_o + B_m + B_{пр} + B_t + B_{пн} = 194\,217,5 \text{ грн}$$

Витрати на зарплатні для персоналу, грн/рік:

$$B_{зп} = B_{п} * T * N = 10\,000 * 12 * 2 = 240\,000 \text{ грн/рік}$$

де $B_{п}$ - заробітна плата за місяць, грн/міс;

T - кількість робочих місяців;

N - кількість працівників;

Витрати на реновацію (амортизаційні відрахування):

$$B_a = \Delta K_{авт} * 20\% = 194\,217,5 * 20\% = 38\,843,5 \text{ грн/рік}$$

Витрати на поточний ремонт і обслуговування системи:

$$B_p = \Delta K_{авт} * 50\% = 194\,217,5 * 50\% = 97\,108 \text{ грн/рік}$$

Витрати на електроенергію:

$$B_{ел} = T * N * C_e = 8760 * 1,5 * 1,34 = 17\,608 \text{ грн/рік}$$

					ТА-0143.0004.001.АТХ.П	Лист
						81
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахуємо загальну вартість додаткових витрат на обслуговування системи:

$$\Delta B_{\text{авт}} = B_{\text{зп}} + B_{\text{ам}} + B_{\text{р}} + B_{\text{ел}} = 384\,598 \text{ грн}$$

Далі необхідно визначити економію витрат після впровадження АСК за наступною формулою:

$$\Delta U = E_{\text{к}} - \Delta B_{\text{авт}} = 450\,000 - 384\,598 = 65\,402 \text{ грн/рік}$$

Розрахуємо час окупності АСК:

$$T_{\text{ок}} = \frac{\Delta K_{\text{авт}}}{\Delta U} = \frac{194\,217,5}{65\,402} = 2 \text{ роки } 9 \text{ місяців}$$

В результаті отриманий термін окупності менший ніж заданий, тому використання АСК вентиляційної установки з рекуперацією є доцільним та економічно вигідним.

					ТА-0143.0004.001.АТХ.П	Лист
						82
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У даній дипломній роботі була розглянута тема "Автоматизована система управління вентиляцією зварювального цеху". Метою роботи було дослідити та розробити автоматизовану систему керування, яка забезпечує ефективне очищення цеху та підтримку мікроклімату.

Однією з основних переваг автоматизованої системи керування є можливість ефективного використання енергії шляхом рекуперації тепла з витяжного повітря. Це дозволяє знизити витрати на опалення та кондиціонування повітря, що призводить до економії енергії та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Розробка проекту включала в себе розрахунок регулятора для отриманої моделі зміни температури повітря, також була здійснена побудова схем автоматизації та розрахунки надійності функцій САР. Проектування програмно технічного комплексу автоматизації, включавло в себе датчики температури, реле перепаду тиску та термостат загрози замерзання, виконавчі механізми для зміни положення регулюючого органу, а також програмно логічний контролер та програмне забезпечення для регулювання температури повітря, що подається в цех.

Отже, результати досліджень та розробки вказують на важливість використання автоматизованих систем керування вентиляційними установками з рекуператором з метою поліпшення якості повітря в приміщенні та зниження енерговитрат.

					ТА-0143.0004.001.АТХ.П	Лист
						83
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ventilation Systems Design and Performance. Edited By Hazim B. Awbi
Copyright 2008
2. Ventilation, Режим доступу –
[https://en.wikipedia.org/wiki/Ventilation_\(architecture\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Ventilation_(architecture))
3. Heat Recovery Ventilation, Режим доступу –
https://en.wikipedia.org/wiki/Heat_recovery_ventilation
4. HANDBOOK OF PI AND PID CONTROLLER TUNING RULES (2nd Edition) Copyright © 2006 by Imperial College Press
5. ДБН В.2.5.-28-2006. Природне і штучне освітлення. Чинний від 15.05.2006 року.
6. ДСН 3.3.6037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».
7. ДСТУ 7237:2011. Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту. Чинний від 02.02.2011 року.
8. ДСТУ 3675-98. Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань (41026)
9. ДСТУ EN 61140:2015 Захист проти ураження електричним струмом
10. ДСТУ Б В.2.5-82 2016 Електробезпека в будівлях і спорудах.

					ТА-0143.0004.001.АТХ.П	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84