

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота складається з графічної частини і пояснювальної записки.

Об'єм графічної (ілюстративної) частини кваліфікаційної роботи становить 16 слайдів.

Об'єм пояснювальної записки складає _71_ друковані сторінки формату А4 (210×297).

В кваліфікаційній роботі використано 13 літературних джерел.

В кваліфікаційній роботі на основі проведеного аналізу сучасного стану діагностування досліджень особливостей технологічного процесу очищення продукту гідратування бензолу та характеристику існуючих технічних засобів автоматизації розроблено систему контролю температурних показників ректифікаційної колони на основі мікропроцесорної системи I/A Series Foxboro. Детально проаналізовані методи і технічні засоби модернізації на засадах впровадження сучасних мікропроцесорних засобів.

У відповідності з поставленою темою та призначенням, визначені та дослідженні параметри контролю, автоматичного регулювання а також розроблена функціональна схема автоматизованого технологічного процесу.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	10
1.1 Аналіз існуючої системи автоматизації та її оцінка.....	10
1.2 Огляд і характеристика типового підприємства.....	12
1.3 Властивість і методи виробництва адипінової кислоти.....	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	15
2.1 Опис технологічної та машинно-апаратної схеми технологічного процесу.....	15
2.1.1 Технологічний процес розділення продуктів окислення очищеного оксиданту на дві фракції.....	16
2.2 Матеріальний та тепловий баланси технологічного об'єкта.....	18
2.3 Огляд технологічних параметрів.....	21
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	25
3.1 Структура системи управління та комплексу технічних засобів.....	25
3.3 Опис функціональної схеми автоматизації.....	26
3.3 Автоматизована система регулювання температури ректифікаційної колони.....	27
3.3.1 Вимоги до якісних показників функціонування САР.....	27
3.3.2 Апроксимація перехідної характеристики ОР.....	30
3.3.3 Розрахунок регулятора САР.....	32
3.4 Розробка системи керування процесом розділення очищеного оксиданту в середовищі FoxCAE та FoxDrow.....	37
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	41
4.1 Обґрунтування раціональних параметрів і режимів роботи.....	41
4.2 Моделювання і дослідження перехідного процесу та оптимізація системи автоматичного керування.....	41
4.3 Організація процесу оптимізації.....	45
5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	47
5.1 Технічні засоби системи І / А Серія.....	47
5.2 Системи управління І / А.А.....	49

5.3. Програмне забезпечення I/A Series I/A Series Configuration Component (IACC).....	55
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	61
6.1 Організація охорони праці при роботі з системою управління.....	61
6.2 Електробезпека	62
6.3 Розрахунок заземлення	64
ОСНОВНІ ВИСНОВКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	69
БІБЛІОГРАФІЯ.....	70

ВСТУП

Сучасні хіміко-технологічні процеси відрізняються складністю і високою швидкістю, а також чутливістю до відхилень параметрів від норми, що може стати причиною різних проблем, таких як умови роботи, які можуть бути небезпечними, чи аварії внаслідок відхилень. Зі збільшенням навантаження на обладнання, машини працюють під високими тисками і температурами, а також швидкістю хімічних реакцій, що робить ручне керування неможливим.

Навіть досвідчений фахівець не може оперативно втрутитись у процес у разі відхилення від норми, що може вплинути на якість продукції і навколишнє середовище, спричинивши втрати матеріалів і навіть аварійні ситуації, такі як пожежі чи викиди шкідливих речовин.

Автоматизація є необхідною для виконання деяких технологічних процесів, оскільки вона покращує ефективність виробництва та забезпечує контроль, регулювання та блокування параметрів за допомогою автоматичних пристроїв.

Цей підхід також призводить до зниження вартості продукції, поліпшення її якості та забезпечує безпеку праці. Людина, працюючи в автоматизованому процесі, здійснює контроль, регулювання та обслуговування системи, але основна робота відбувається автоматично.

Технологічні блокування забезпечують безпеку під час запуску та зупинки механізмів, щоб уникнути аварій. Пристрої технічної сигналізації інформують персонал про стан устаткування та наближення до небезпечних значень. Такий підхід дозволяє уникнути негативних наслідків та підвищити ефективність виробництва.

2 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз існуючої системи автоматизації та її оцінка

Під час виробництва адипінової кислоти виявлено, що технологічна схема автоматизації, що використовується для розділення очищеного оксиданту потребує модернізації і удосконалення систем контролю. Устаткування, що використовується у цьому процесі, також морально застаріло. Це призводить до втрат через неефективне використання сировини. Через ці фактори, створення більш сучасної системи автоматизації (ФСА), яка забезпечить точне, швидке та надійне керування параметрами технологічного процесу, допоможе уникнути багатьох негативних аспектів.

Поточна система автоматизації, яка використовується на стадії 300, не була оновлена з моменту запуску. У порівнянні з сучасними технологіями, ця система застаріла і використання її вже неефективно. У цьому контексті впровадження нової системи регулювання стає пріоритетом.

Функціональна схема автоматичної системи керування (АСК), яка розробляється, включена до листа №6 графічного проекту. Особливістю пропонованої АСК є заміна застарілого обладнання на сучасне шляхом використання інтелектуальної системи автоматизованого управління I / A від компанії Invensys, серії Foxboro.

Ця система дозволяє перейти до централізованого обліку технологічного процесу, використовуючи керуючий процесор FCP 270 та комп'ютерне управління, що сприяє архівуванню параметрів, покращує якість керування та зв'язує керуючі частини процесу в єдину цілісну систему. Такий підхід дозволяє скоротити кількість обслуговуючого персоналу та збільшити швидкість регулювання параметрів. Крім того, ця система забезпечує блокування та сигналізацію за необхідними технологічними параметрами, уникнувши при цьому використання громіздких релейних схем та шитових конструкцій сигналізації та блокування.

Здатність даної системи легко адаптуватися дозволяє розширити її застосування для контролю не лише цього процесу, а й узагальненого контролю всієї стадії виробництва.

Після ретельного аналізу структурних схем взаємозв'язку параметрів, типових схем автоматизації та вимог технологічного регламенту виявлено, що обов'язково потрібно впроваджувати контури для вимірювання, сигналізації, захисту, блокування та регулювання. При визначенні цих контурів необхідно враховувати вимоги самого технологічного процесу, а також створювати безпечні умови для роботи працівників.

Система автоматизації, крім відображення ходу виробництва, повинна також надавати дані щодо виконання технологічного процесу.

Впровадження запропонованої автоматичної системи керування (АСК) допоможе зменшити втрати сировини за рахунок точного дотримання параметрів технологічного процесу, підвищить продуктивність виробництва адипінової кислоти та зменшить кількість небезпечних та надзвичайних ситуацій. Це також знизить час, необхідний для планових та позапланових ремонтів, покращить умови праці персоналу та зменшить вплив шкідливих факторів на здоров'я працівників.

У проекті автоматизації виробничих процесів робочі документи включають наступне:

Структурні схеми керування, які описують основні функціональні частини системи автоматизації, їх призначення та взаємозв'язки.

Функціональні схеми автоматизації виробничих процесів, які пояснюють конкретні процеси в окремих функціональних ланцюгах системи.

Оглядові схеми щитів, пультів та постів контролю та керування.

Принципові схеми автоматичного регулювання, керування, захисту, блокування, сигналізації та живлення, які включають повний набір елементів та їхні взаємозв'язки.

Монтажні схеми щитів, пультів та постів контролю та керування, які показують з'єднання складових частин системи (проводи, кабелі, трубопроводи) та їх розташування.

Схеми зовнішніх електричних та трубних проводів.

Плани розташування засобів автоматизації, електричних та трубних проводів.

Нестандартні креслення установок засобів автоматизації.

Інші робочі документи та матеріали, необхідні для успішної реалізації проекту."

Це узагальнений опис типових документів, які можуть бути використані у проектах з автоматизації виробничих процесів.

Задачею кваліфікаційної роботи є:

- удосконалення технічних засобів автоматизації;
- розробка принципово нової системи керування Foxbogo фірми Invensys з метою створення нової автоматизованої системи управління технологічним процесом розділення чистого оксиданту з можливістю подальшої автоматизації.
- створення математичної моделі автоматизації;

1.2. Огляд і характеристика типового підприємства

Застосування сучасних засобів і систем автоматизації дозволяє уникнути наступних викликів:

Автоматизувати процеси з максимальною продуктивністю, яка адаптується до змін технологічних параметрів, властивостей вихідних матеріалів та напівфабрикатів, а також змін у навколишньому середовищі, уникаючи помилок операторів.

Ефективно керувати процесом, враховуючи динаміку виробничого плану для виробленої продукції, шляхом оперативної перебудови режимів

технологічного устаткування та перерозподілу робіт на однотипному устаткуванні.

Автоматично керувати процесами у випадках, коли умови роботи становлять небезпеку або шкоду для людини.

Широке впровадження системи автоматизації приносить народному господарству не лише прямий економічний ефект, а й значний організаційний вплив. Ця система потребує висококваліфікованих фахівців, що в свою чергу сприяє підвищенню загальної організаційної культури виробництва (зменшення хаосу) та підвищенню рівня керівництва у стилі й ефективності.

Рівень механізації та автоматизації виробничих процесів сьогодні є важливим показником науково-технічного прогресу в країні.

2.3 Властивість і методи виробництва адипінової кислоти

Адипінова кислота викликається у всіх аліфатичних дикарбонових кислотах. Вона представляє собою безколірну кристалічну речовину, яка слабо розчиняється в холодній воді. Формула адипінової кислоти подана нище



Існують кілька методів виробництва адипінової кислоти:

-метод окислення нафти;

Одним з методів виробництва адипінової кислоти є утворення її з бутадієну-1,3 і хлору через адіподінітрил у промислових умовах. Також адипінова кислота може бути отримана з тетрагідрофурану або буталдіону, що базуються на ацетилені або фуруролі.

Електрохімічна гідродимеризація акрилонітролу представляє інший метод, який формує насичений динітрил, а після гідролізу отримуємо адипінову кислоту. З усіх цих методів виробництва найбільш економічними є окислювальні методи, оскільки вони використовують більш доступні сировини.

Інші насичені дикарбонові кислоти (щавелева - C₂, янтарна - C₄, глутарова - C₅) утворюються як побічні продукти при виробництві адипінової кислоти з циклогексану або циклогексанолу.

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2. 1 Опис технологічної та машинно-апаратної схеми технологічного процесу.

Виробництво адіпінової кислоти методом гідратування бензолу складається з декількох стадій:

Стадія 100: Гідратування бензолу.

Стадія 200: Окислення циклогексану.

Стадія 300: Розщеплення продуктів окислення циклогексану для отримання циклогексанону і циклогексанолу.

Виробництво адіпінової кислоти включає в себе циклогексанол та циклогексанон, склад проміжних та допоміжних продуктів, цех адіпінової кислоти, компресорний цех та базисний склад.

Основною метою стадії розділення продукту окислення (стадія 300) є виділення циклогексану, який не прореагував, та повернення його на стадію окислення (стадія 200), а також отримання чистого циклогексанолу і циклогексанону.

Продукти окислення, що виходять зі стадії 200 після нейтралізації кислоти та відгонки основного компонента циклогену, містять різні проміжні та побічні продукти, такі як циклогексилові і діциклогексилові ефіри, моно- та дикарбонові кислоти, спирти, конденсовані продукти циклогексанону і ефірів, а також інші кисневмісні органічні сполуки.

З метою підвищення виходу циклогексанона і циклогексанола, а також зменшення ризику забруднення їх складними ефірами, останні піддають омиленню. Процес виділення циклогексану, що не прореагував, та очищення циклогексанолу і циклогексанону включає наступні кроки у ректифікаційному процесі:

а) Відгонка циклогексану і води з окислених продуктів на ректифікаційній колоні позиції К-357 при атмосферному тиску.

b) Розділення кубової рідини на ректифікаційній колоні позиції К-357 під вакуумом, де отримують циклогексанол-сирець (кубова рідина) і циклогексанон-сирець (дистилят).

с) Відгонка спиртової фракції з циклогексанон-сирця на двох робочих ректифікаційних колонах позиції К-369/1.2 при атмосферному тиску.

d) Виділення циклогексанола-ректифіката (дистиляту) з циклогексанол-сирця на ректифікаційній колоні позиції К-395, яка працює під вакуумом.

е) Виділення циклогексанона-ректифіката (дистиляту) з кубової рідини на робочій ректифікаційній колоні позиції К-369/1, яка також працює під вакуумом.

2.1.1. Технологічний процес розділення продуктів окислення очищеного оксиданту на дві фракції

В процесі розділення продуктів окислення, циклогексанон та циклогексанол ізолюються окремо у ректифікаційній колоні позиції К-379.

Живлення до колони позиції К-379, з об'ємною витратою не більше 6,0 м³/год, подається на 45-ту тарілку. Контроль температури виконується приладом позиції 1320, дозволяючи можливу подачу живлення на 31, 37 та 49 тарілки. Час від часу в лінію подачі К-379 додається кубова рідина з колони позиції К-387 1341.

Процес ректифікації у колоні позиції К-379 розгорнутий на 65 тарілках з капсульними ковпачками. Режим роботи колони позиції К-379 відповідає таким параметрам:

а) Абсолютний тиск у верхній колоні (позиція 1307): -2,6 ÷ 6,6 кПа (20-50 мм.рт.ст.); в кубі колони (позиція 1308): 20-40 кПа (150-300 мм.рт.ст.);

b) Температура у верхній частині колони 65-85 °С (позиція 1332), у кубі колони 123-128 °С (позиція 1330);

c) Робоче флегмове число - $2,5 \div 2,7$.

Для ректифікації потрібне тепло вводиться в колону через виносний випарник позиції Т-380 парою під тиском 1,0 мПа (10 кгс/см²). Температурний режим в кубі колони позиції К-379 підтримується постійним САР (системою автоматичного регулювання) позицією 1330 через клапан на лінії подачі пари у випарник позиції Т-380.

Контроль температури передбачений на тарілках 6, 10, 31, 37, 45, 49, 51 і 53 за допомогою приладу позиції 1327/1-8. Для забезпечення безпечності процесу передбачено два блокування.

Процес розділення продуктів окислення включає декілька етапів:

Парова фаза із колони позиції К-379 проходить в конденсатор позиції Т-381, що охолоджується оборотною водою.

Інертні гази з конденсатора позиції Т-386 відсмоктуються пароєжекторним вакуум-насосом позиції В-429/3.

Сконденсована пара із позицій Т-381, Т-385, Т-386 зібрана в ємність позиції Е-382.

Частина дистилляту із ємності позиції Е-382 насосом позиції Н-383/1.2 подається в колону позиції К-379 як флегма.

Передбачена подача луку з ємності позиції Е-416 в лінію всмоктування насоса позиції Н-383/1.2 з доповненням якості готового продукту – циклогексанону.

Максимальна дистиляція, яка дається в якості флегми, контролюється приладом ТПЗ-1334.

Кубова рідина колони позиції К-379 насосом позиції Н-384/1.2 подається в колону позиції К-395 для відгонки циклогексанолу.

Рівень в кубі колони позиції К-379 контролюється за рівнеміром позиції УПСБ-1311.

Проба на аналіз кубової рідини колони позиції К-379 відбирається через пробовідбірну точку АЛ-1327.

Ці кроки дозволяють керувати та оптимізувати процеси розділення продуктів окислення, забезпечуючи контрольовані умови для одержання продуктів у необхідному якісному та кількісному співвідношенні.

2. 2. Матеріальний та тепловий баланси технологічного об'єкта

Схема ректифікаційної установки приведена на рис.2.1.

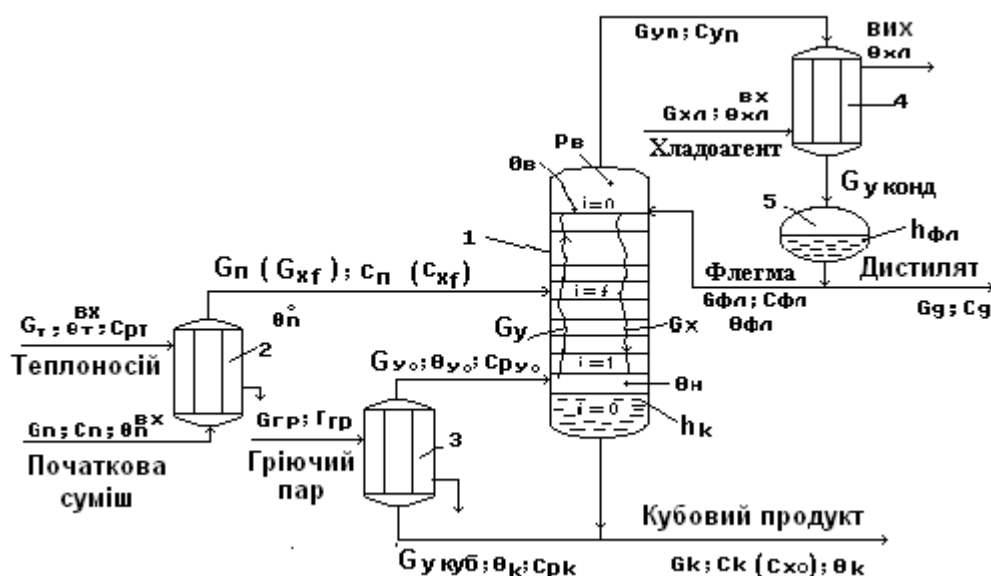


Рис. 2.1. Схема ректифікаційної установки

- 1- ректифікаційна колона;
- 2 - підігрівач потоку живлення;
- 3 - кип'ятильник;
- 4 - конденсатор (дефлегматор);
- 5 - флегмова ємність.

Метод розділення рідин за допомогою періодичних перегонів та конденсації базується на різниці у властивостях компонентів суміші. У ректифікаційній колоні спостерігається масообмін між рідиною та паром, що

рухаються в протилежних напрямках. Основна мета - відокремлення різних компонентів за їх різницею в кипінні.

Процес починається з нагрівання вихідної суміші, яка потім подається в колону. Вона потрапляє на тарілку живлення, де відбувається контакт із паровою фазою. Рідка фаза стікає нижче по колоні, взаємодіючи з паровою фазою, що йде вгору. Цей процес дозволяє збагатити парову фазу цільовим компонентом.

Збагачений цільовим компонентом паровий потік піднімається вгору та конденсується в дефлегматорі. Конденсат, який утворився, подається у флегмову ємність, звідки відбирається два потоки: дистилят - цільовий продукт, і рідка фаза, яка використовується для зрошення верхньої частини колони.

Цей процес спрямований на збагачення дистиляту цільовим компонентом, що може бути важливим у виробництві, де потрібно відокремити різні складові суміші з малим різницею у температурі кипіння.

Структурна схема ректифікаційної установки.

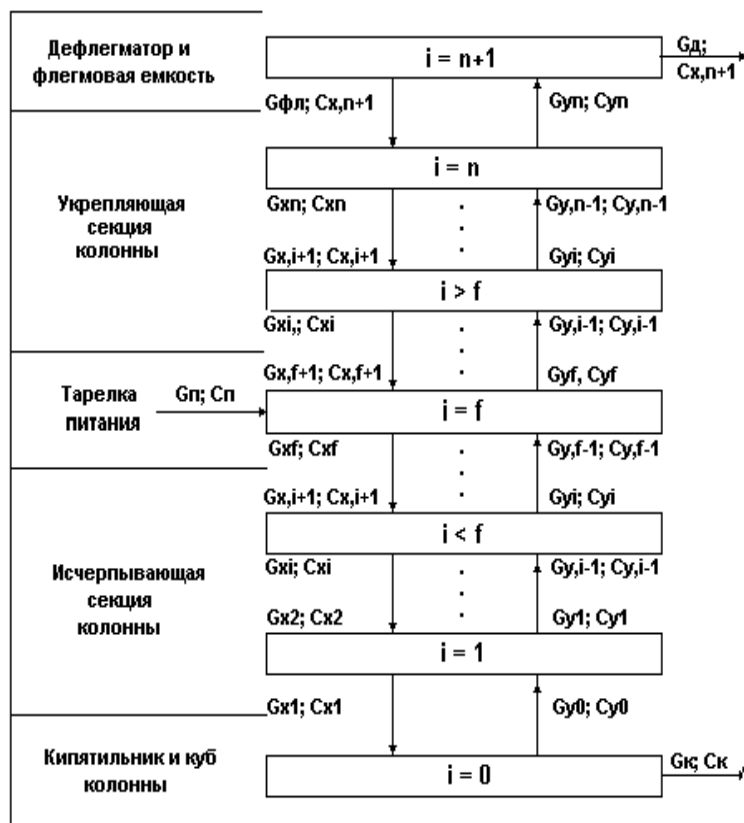


Рис 2.2. Структурна схема ректифікаційної установки

Математичний опис низу колони

Структурна схема куба і кип'ятильника.

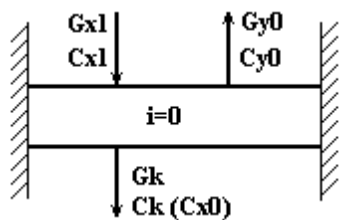


Рис.2.3. Структурна схема куба та кип'ятильника

Таблицю матеріальних потоків технологічного процесу очищення наведено в таблиці 2.1.

Баланс температурної величини ректифікаційної колони безперервної дії складається для визначення витрат гріючої пари на процес ректифікації.

Матеріальні і теплові потоки. Таблица 2.1

Номер потоку на схемі	Циклогексан, кг/год	Циклогексанон, кг/год	Циклогексанол, кг/год	Спирти, кг/год	Масло «Х»+каталізатор кг/год	Вода, кг/год	Разом	Об'єм, м/год	Густина, кг/м3	Температура, оС	Тиск, Рнадл=кг/см2
1	2	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14
16	5601	555	485			347	6987	3,88	897,7	100	0,04
1	2	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14
23	–	1128	2530	49	173	–	3880	4,33	895,5	84	
24	–	11	2169	–	173	–	2353	2,74	858,0	125	
25	–	4133	1336	181	–	–	5650	0,138	4094,2	70	0,04-0,065

26	–	4133	1336	181	–	–	5650	6,13	922,3	50	
27	–	3016	975	132	–	–	4123	4,47	922,3	50	
28	–	1117	361	49	–	–	1527	1,66	922,3	50	3 ÷ 3,5
29	–	40	360	–	–	–	400	0,46	860,7	122	

2. 3. Огляд технологічних параметрів

Розробка функціональної схеми автоматизації вимагає точного розуміння параметрів технологічного процесу для ефективного контролю. Отже, основні параметри, які потрібно контролювати в процесі розділення очищеного оксиданту у ректифікаційній колоні К-379, це:

Температура:

По всій висоті колони для забезпечення однорідності процесу.

Верхня температура колони для контролю нагріву.

Температура оксиданту на вході для оцінки ефективності розділення.

Тиск:

В колоні для контролю параметрів, що впливають на процес.

Рівень в колоні:

Верхній і нижній рівні для запобігання переповнення або висихання колони.

Додатково, щодо циклогексанолу:

Рівень в ємності для ряду дистиляту С-382:

Контроль за заповненістю, щоб уникнути переповнення.

Температура циклогексанолу на вході:

Для оцінки якості циклогексанолу, що вводиться у процес.

Для кожного параметра потрібно мати встановлені пристрої контролю та реагування, які забезпечують надійний моніторинг і автоматичне управління, що може включати датчики, клапани, системи сигналізації, блокування, а також системи регулювання та реєстрації для ефективного керування процесом.

Для контролю температури передбачено давачі температури, які забезпечують сигнали недостатності для індикації. Дані параметри наведені в таблиці 2.4 .

Перелік технологічних параметрів ємності Є-382 . Таблиця 2.4 .

Апарат	Параметр	Оптимальне значення	Допустиме відхилення	Покази	Реєстрація	Регулювання	Сигналізація	Вивід на ЦПУ	Блокування
Ємність Є-382	Температура дистилату на вході, 0С	40-70	± 3	+	+			+	
	Рівень дистилату у збірнику, % шкали	23-77	± 3	+	+			+	+

В таблиці 2.5, міститься інформація про контроль тиску у випарнику Т380.

Перелік технологічних параметрів випарника Т-380 . Таблиця 2.5.

Апарат	Параметр	Оптимальне значення	Допустиме відхилення	Покази	Регстрація	Регулювання	Сигналізація	Вивід на ЦПУ	Блокування
Випарник Т-144	Тиск пару у випарнику, МПа	Не більше 0,9	$\pm 0,24$	+	+			+	

Розглянемо контроль тиску і витрат циклогексанону на виході з насосів.

Контроль тиску: Встановлений давач тиску сприймає тиск, який формується на виході з насосів. Він генерує сигнали, коли тиск відхиляється від встановленого порогу. Це може бути необхідним для виконання блокування або для індикації проблеми, пов'язаної з тиском циклогексанону.

Контроль витрат: Для контролю витрат циклогексанону встановлені датчики витрат. Вони слідкують за кількістю речовини, що проходить через систему насосів. Ці датчики генерують сигнали, якщо витрати відрізняються від встановленого рівня, що може бути важливим для контролю якості або безпеки процесу.

Ці параметри (тиск і витрати) є ключовими для ефективності і стабільності процесу, тому контроль за ними важливий для забезпечення безперебійності технологічного застосування циклогексанону. Дані приведено в таблиці 2.6.

Перелік технологічних параметрів насосу Н-384.1/2. Таблиця 2.6.

Апарат	Параметр	Оптимальне значення	Допустиме Відхилення	Покази	Регстрація	Регулювання	Сигналізація	Вивід на ЦПУ	Блокування
Насос Н-384	Витрата циклогексану, м ³ /год	Не більше 4,5	± 0,8	+			+	+	+
	Тиск у трубопроводі нагнітування, МПа	0,415 ÷ 0,485	± 0,15	+	+		+	+	+

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Структура системи управління та комплексу технічних засобів

Розглянемо перетворювачі тиску та рівня виробництва Сапфір 22 ДІ та Сапфір 22 ДУ. Ці пристрої є ключовими для контролю та регулювання технологічних процесів в різних галузях промисловості, включаючи вибухонебезпечні умови.

Сапфір 22 ДІ призначений для безперервного перетворення значень параметрів тиску в струмові сигнали, що сприяє контролю та регулюванню процесів. Зокрема, він може перетворювати абсолютний, надлишковий, розрідження, гідростатичний тиск та різницю тисків нейтральних і агресивних середовищ у струмовий сигнал.

Щодо Сапфір 22 ДУ, цей перетворювач рівня також використовується для автоматичного контролю і управління технологічними процесами, зокрема у вибухонебезпечних умовах виробництва. Він вимірює рівень рідини або рівень граничної фази, нейтральних і агресивних середовищ, та перетворює ці значення у струмовий сигнал.

В обох випадках перетворювачі складаються з вимірювального блоку та електронного перетворювача, які спільно забезпечують точний контроль параметрів тиску та рівня для ефективного керування технологічними процесами.

САПФІР 22-ДД

Цей пристрій призначений для безперервного перетворення різних параметрів тиску в струмовий сигнал, є важливим компонентом в системах автоматичного контролю, регулювання та керування технологічними процесами в вибухонебезпечних умовах виробництва.

Він здатний обробляти перепад абсолютного, гідростатичного і надлишкового тиску, розрідження, різницю тисків у нейтральних і агресивних

середовищах та перетворювати їх у стандартний струмовий сигнал, який використовується для автоматизованого контролю та керування процесами виробництва. Його основна мета - забезпечити точні дані та сигнали для забезпечення безпеки та ефективності у вибухонебезпечних умовах. До складу приладу входять електронний і вимірювальний блоки, конструктивно об'єднані між собою.

Ротаметри РЭВ

Ротаметри типу РЭВ призначені для виміру об'ємної витрати однорідних потоків, що плавно змінюються, чистих і слабозабруднених рідин з дисперсними включеннями сторонніх часток.

Ротаметри електричні РЭВ виконані у вибухозахищеному виконанні. Ротаметри електричні вибухозахищеного виконання РЭВ призначені для роботи у вибухонебезпечних приміщеннях і мають вибухозахист датчиків.

Термопара ХК-0515

Термопари призначені для виміру температури різних робочих середовищ (пара, газ, вода, сипучі матеріали, хімічні реагенти та ін.), неагресивних до матеріалу корпусу перетворювача.

Основні умови правильного вибору перетворювачів:

- відповідність вимірюваних температур робочим зонам перетворювачів;
- відповідність міцності корпусу умовам експлуатації;
- правильний вибір довжини частин, що занурюється, і довжини сполучного кабелю.

3.2 Опис функціональної схеми автоматизації

Дана система автоматизації технологічних процесів має функціональну схему, яка визначає структуру та характер цієї системи. Вона включає в себе прилади й засоби автоматизації, які зображені на спрощених схемах. На цих

схемах показані умовні позначення для дій відповідно до стандартів та зв'язків між ними.

Наприклад, схема автоматизації технологічного процесу розділення очищеного оксиданту має 6 контурів для регулювання, реєстрації, сигналізації та блокування:

- Автоматичне регулювання, реєстрація та сигналізація витрат у трубопроводі для подачі флегми в К-379.
- Автоматичне регулювання, реєстрація та сигналізація тиску у верхній частині колони К-379.
- Автоматичне регулювання, реєстрація, сигналізація та блокування температури в кубовій частині колони К-379.
- Автоматичне регулювання, реєстрація та сигналізація тиску в трубопроводі для живлення колони.
- Автоматичне регулювання, реєстрація, сигналізація, і блокування рівня циклогексанону в збірнику Е-380.
- Автоматичне регулювання, реєстрація та сигналізація витрат кубової рідини з колони К-379 в колону К-395.
- Кожен параметр має свою систему реєстрації, індикації та сигналізації на центральній станції управління.

3.3. Автоматизована система регулювання температури ректифікаційної колони

3.3.1 Вимоги до якісних показників функціонування САР

У даній частині розрахунок деякі параметри налаштування регулятора. Розрахунок проекту контуру САР температури кубової частини RECTIFIKAЦIЙНОЇ колони при ступінчастих змінах положення РО на трубопроводі подачі гріючої пари.

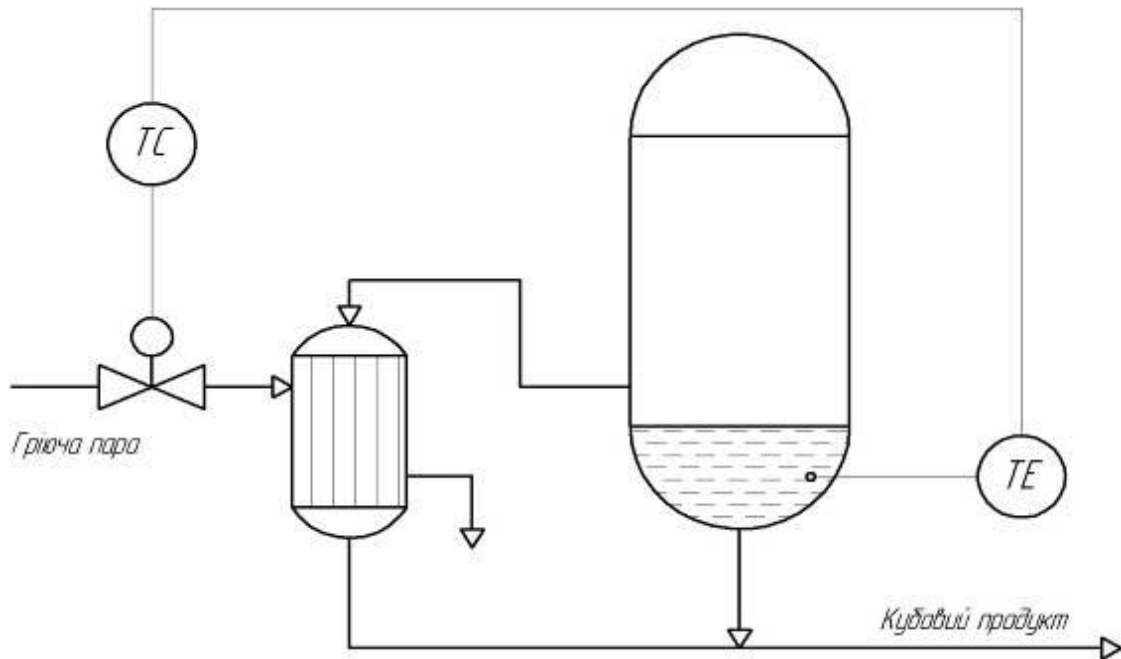


Рис. 3.1. Функціональна схема контуру регулювання температури

Отже, ось три обрані типи регулювання:

1. Аперіодичний процес з мінімальним часом регулювання.
2. Процес з 20%-ним перерегулюванням.
3. Процес, що забезпечує мінімум інтегральної оцінки якості.

Кожен з цих типів може мати свої переваги та впливати на регулювання за різними критеріями якості. Наприклад, аперіодичний процес з мінімальним часом регулювання може забезпечити швидкий відгук системи, тоді як процес з 20%-ним перерегулюванням може бути більш стійким до збурень.

Вибір типу регулювання впливає на систему регулювання та її ефективність, оскільки різні настройки можуть призводити до різних результатів у керуванні об'єктом. Коливання параметрів регулятора можуть впливати на стійкість системи та її здатність до досягнення заданих технологічних вимог.

Спроба знаходження оптимальних налаштувань регулятора є важливою задачею, оскільки має велике значення з точки зору стабільності системи й її ефективності. Оптимальні налаштування зазвичай визначаються як ті, що забезпечують мінімальне чи максимальне значення певного показника якості. Проте, змінюючи настройки з метою поліпшення одного аспекту, можна

випадково підвищити інший, що може призвести до неефективності регулювання.

Для вирішення цієї задачі розроблено кілька математичних методів, які допомагають знаходити оптимальні налаштування. Деякі з них включають:

Метод сканування площини настроювання: Цей метод полягає у виборі різних значень налаштувань регулятора та оцінці результатів в різних точках простору настроювань для визначення оптимальних значень.

Формальний метод: Використовує математичні алгоритми або моделі для аналізу та оптимізації налаштувань на основі заданих критеріїв якості.

Метод D-розбиття: Цей метод зводиться до поділу діапазону налаштувань на менші інтервали для більш точного визначення оптимальних значень.

Кожен із цих методів має свої переваги та обмеження. Залежно від конкретних обставин і характеристик системи один метод може бути більш ефективним за інший.

Метод сканування розподіляє область можливих налаштувань регулятора на вузли з однаковим кроком і визначає показники якості для кожного набору налаштувань у цих вузлах. Потім обираються набори налаштувань з найкращими показниками якості серед усіх вузлів. Щоб точніше налаштувати, можна сканувати околицю обраного вузла з більш дрібним кроком.

Формульний метод використовується для швидкої та наближеної оцінки значень налаштувань регуляторів. Цей метод дозволяє швидко отримувати оцінку оптимальних налаштувань, застосовуючи певні формули або математичні алгоритми, які допомагають приблизно визначити оптимальні значення параметрів регулятора.

Обидва методи мають свої переваги: метод сканування дозволяє систематично оцінювати широкий діапазон налаштувань, вибираючи найкращі з них, тоді як формульний метод надає швидкий спосіб приблизної оцінки оптимальних налаштувань за допомогою математичних формул або алгоритмів. Використання обох методів може допомогти знайти оптимальні налаштування регулятора для системи керування.

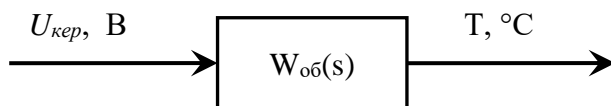
Якщо об'єкт керування представляє собою інерційну ланку із запізненням, то це описує передаточна функція

$$W(s) = \frac{K}{Ts+1} e^{-\tau \cdot s},$$

де K – коефіцієнт підсилення, T - постійний час, τ - запізнення, то настроювання П-, І-, ПІ - і ПІД - регулятори можуть бути визначені за формулами. Метод D-розбиття виконується у визначених областях настроювання в просторі припустимих значень настроювання обраного регулятора, що відповідає області стійкості чи заданому показнику якості. Крива D-розбиття демонструє свою межу стійкості в просторі налаштування і тому будується з використанням будь-якого критерію стійкості.

3.3.2 Апроксимація перехідної характеристики ОР

Розглянемо об'єкт керування, який схематично зображено на малюнку:



Даний об'єкт із самовирівнюванням.

Такий об'єкт наближається до наступного з'єднання ланки транспортного запізнення а також аперіодичної ланки в першому порядку передаточні функції $W_T(p)$ та $W_{АП}(p)$ відповідно:

$$W_T(p) = e^{-\tau_{об} p}; \quad W_{АП}(p) = \frac{K_{об}}{T_{об} p + 1}$$

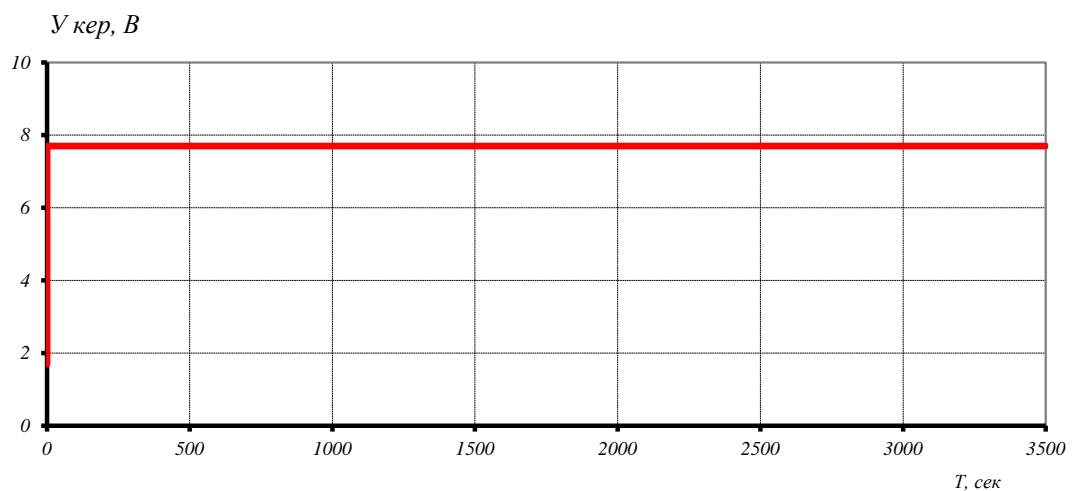
Отже передавальна функція об'єкту має вигляд, представлений у формулі:

$$W_{об}(p) = W(p) = \frac{K_{об}}{T_{об} p + 1} \cdot e^{-\tau_{об} \cdot p}$$

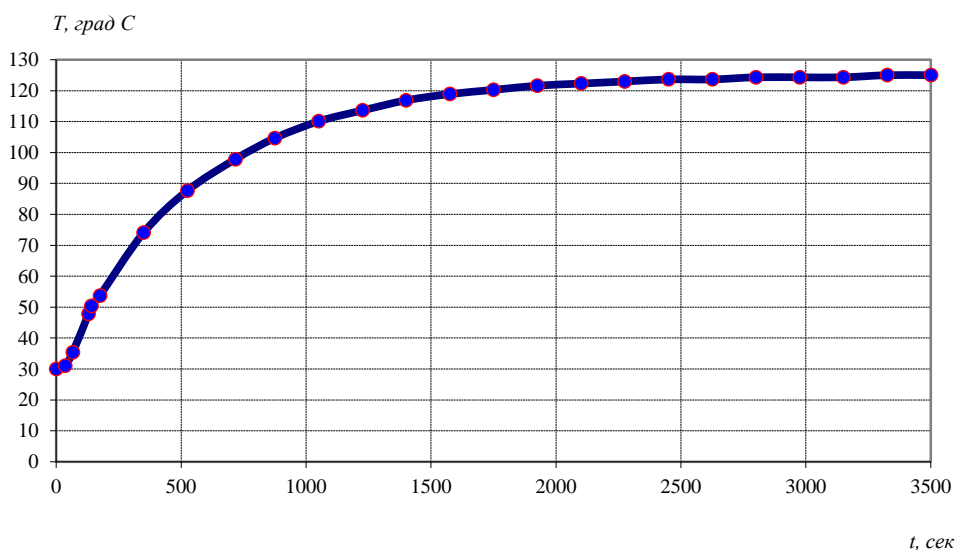
де p – оператор Лапласа.

Цей метод дозволяє отримати криву реакції об'єкта на ступінчасту зміну, яка потім може бути перерахована в перехідну характеристику, яка показує, як об'єкт реагує на одиничне ступінчасте збурення.

Після отримання кривої розгону (відповіді об'єкта на зміну вхідного сигналу) та її фільтрації або згладжування, ви отримуватимете результат, який вказує, як об'єкт реагує на зміни вхідного сигналу в часі. Це може бути важливою інформацією для подальшого контролю чи регулювання об'єкта.



а)



б)

Рис. 3.2.а) - одиничний ступінчастий вплив; б)- крива розгону по каналу „керуюча напруга на ВМ подачі гріючої пари на вході – температура в кубі колони на виході”

Отже, після приведення більшої кривої розгону до одного збурення, отримуємо перехідну характеристику об'єкта (рис.3.3).

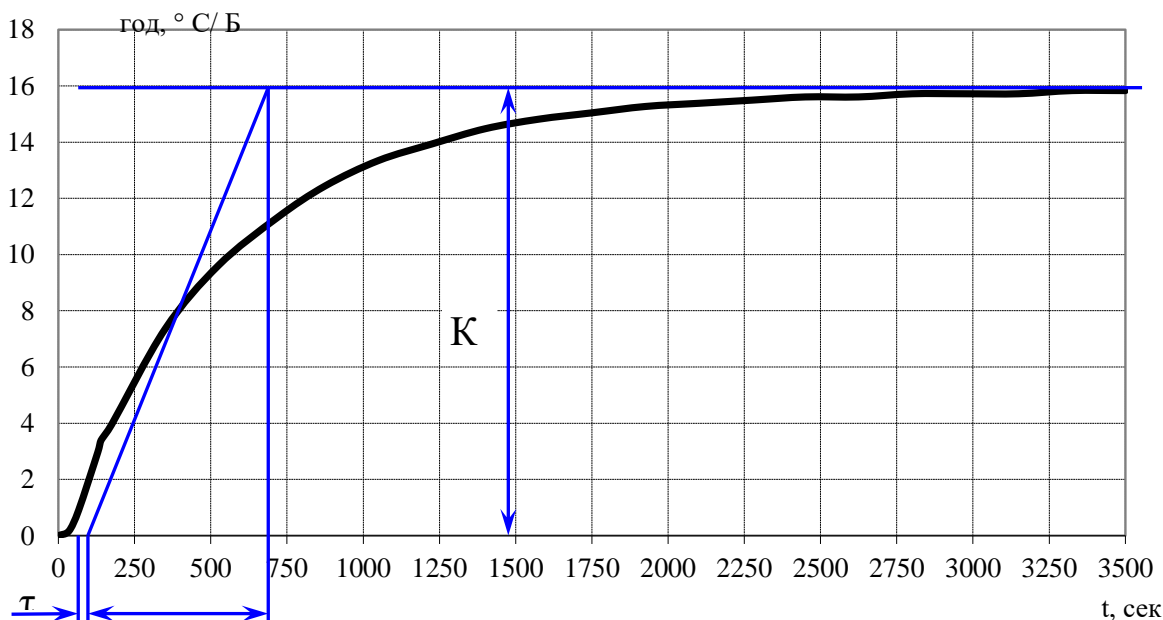


Рис. 3.3. Перехідна характеристика об'єкту.

У результаті ідентифікації об'єкта, як об'єкта із самовирівнюванням, ми отримали його модель, параметри якої наведені нижче.

$$\tau_0 = 48 \text{ c}$$

$$T_{об} = 577 \text{ c}$$

$$K_{об} = 15,8 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{B}}$$

Передаточна функція моделі:

$$W_{об}(p) = \frac{15,8}{577 \cdot p + 1} \cdot e^{-48p}$$

3.3.3. Розрахунок регулятора САР

Одноконтурна система автоматичного регулювання (САР) температури в кубі колони призначена для автоматичного підтримання заданого значення температури. Вона використовується в об'єкті для реагування у випадку виникнення дозволу вибуху. Це означає, що система реагує на збільшення

температури, щоб уникнути вибуху, підтримуючи її на безпечному рівні. Ця система важлива для забезпечення безпеки у робочому об'єкті, оскільки вона автоматично контролює температуру у колоні, уникнення перегріву та потенційного вибуху.

Через цей контроль температури у випадку небезпеки, САР сприяє зменшенню ризику та мінімізації можливих негативних наслідків внаслідок вибуху або небезпечного збільшення температури. Структурна схема закріпленої АСР з вказівкою типових видів збурень наведена на рисунку 3.4.

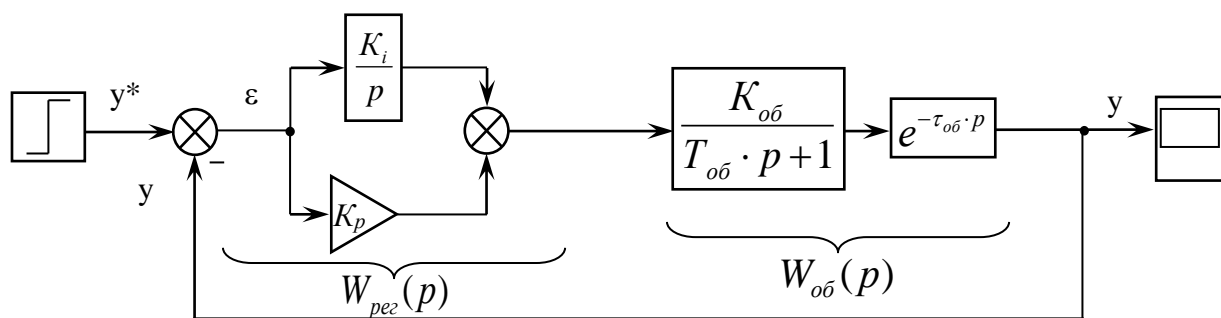


Рис. 3.4. Структурна схема замкненої АСР

$$\frac{y^*}{y}(p) = \frac{W_p(p) \cdot W_{ob}(p)}{1 + W_p(p) \cdot W_{ob}(p)}; \quad \lambda_{\text{вн}}(p) = \frac{W_{ob}(p)}{1 + W_p(p) \cdot W_{ob}(p)}; \quad \lambda_3(p) = \frac{1}{1 + W_p(p) \cdot W_{ob}(p)}$$

$$W_{ob}(p) = \frac{K_{ob} \cdot e^{-\tau_{ob} \cdot p}}{T_{ob} \cdot p + 1}; \quad W_p(p) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i \cdot p} \right)$$

Шаблони діаграм стратегії управління.

Control Strategy Diagram (CSD) відображає одну копію контрольного контуру. За допомогою ІАСС у версії 1.0 можна створювати шаблони Control Strategy Template (CST), які дозволяють створювати багато копій попередньо визначеного типу контуру одночасно.

Копія, створена на основі CST, має всі властивості, з'єднання та параметри, визначені в шаблоні. Якщо зміни вносяться в CST, вони автоматично відображаються у всіх копіях. Однак ви можете змінювати параметри конкретної копії, і ці зміни будуть збережені, навіть якщо CST був змінений. Також, можна розірвати зв'язок між CST і CSD, отримавши окремий CSD, який вже не буде пов'язаний з оригінальним шаблоном CST. Але це означає, що після цього зміни в CST не впливатимуть на відповідний CSD.

Отже, CST дає можливість створювати багато копій типу контуру, CST відображає оригінальні параметри та зв'язки, але ці параметри можна змінювати на рівні окремої копії CSD без впливу на CST.

Імпортуння та експорт шаблонів.

Можливість імпорту та експорту шаблонів діаграм стратегій управління та пов'язаних типів блоків у системі IACC. Це дозволяє переносити ці шаблони з одного проекту чи бібліотеки в інший для подальшого використання. Такий підхід дає змогу використовувати одну стратегію управління на різних площадках, обмінюватися ними та розробляти на основі раніше створених шаблонів.

Бібліотека IDS (Intellect Design Studio) містить різні типи шаблонів контурів управління, що відповідають стандартам IACC. Тут представлені різноманітні форми контурів PID, каскадних контурів, контролерів розділеної функції, індикаторів та інші елементи для управління різними аспектами системи.

Зв'язування між Control Strategy Diagram (CSD) та Control Strategy Template (CST) з дисплеєм об'єкта вказує на можливість підключення діаграм управління до специфічних об'єктів у системі, що відображаються на дисплеї. Це може включати, наприклад, відображення графіків або параметрів, що стосуються конкретного обладнання чи процесів у реальному часі на екрані системи керування.

Узагальнюючи, ці можливості імпорту, експорту та роботи з бібліотеками шаблонів дають змогу ефективно використовувати та розповсюджувати стратегії управління в системах автоматизації для різних об'єктів та проектів.

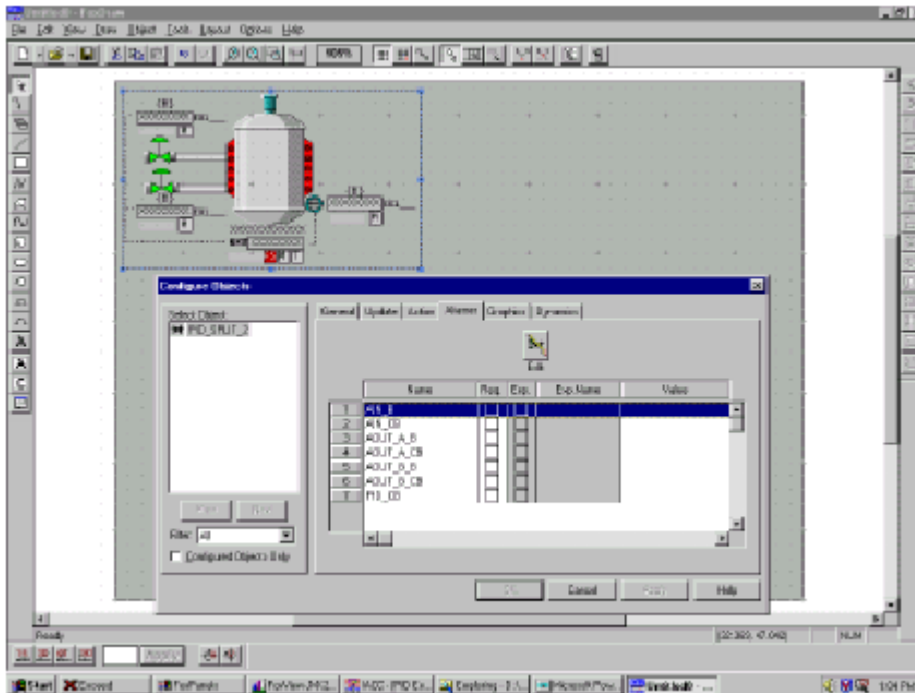


Рис. 3.5. Діаграма стратегії управління

Зв'язок діаграми стратегії управління (CSD) чи шаблону з об'єктами FoxDraw дозволяє прямо взаємодіяти з компонентами на малюнку. Це означає, що після створення зв'язків між об'єктами у CSD, при перенесенні цих об'єктів у FoxDraw, посилання між параметрами блоків автоматично переписуються на відповідні візуальні об'єкти в FoxDraw. Це спрощує взаємодію з моделями та візуалізацію управління.

Створення бази даних за списком тегів (teglst), де кожен тег посилається на шаблони CSD, дозволяє автоматизувати процес розробки стратегії управління. Це значно економить час і ресурси, оскільки спрощує створення повної таблиці параметрів, встановлення зв'язків з дисплеями об'єктів та тестування встановленої системи. Такий підхід дозволяє швидше реалізувати та тестувати управління, спираючись на заздалегідь підготовлені та визначені шаблони.

Name	Level/Rate	Data	CP	FBAM	FBAM Point	Component	CSD Name	ICI Name	OST Component
#T101	0.0	CPSP	CP-4802	NOI250	1	SHARUP_LOOP	SHARUP_LOOP	CPD Single Loop	LAB_PFB4
#T102	0.0	PCT	CP-4802	NOI250	0	SHARUP_LOOP	SHARUP_LOOP	CPD Single Loop	LAB_PFB4
#T103	0	CPSP	CP-4802	NOI250	1	CAS_LOOP	CAS_LOOP	CPD One Loop	LAB_PFB4
#T104	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	CAS_LOOP	CAS_LOOP	CPD One Loop	LAB_PFB4
#T105	1	CPSP	CP-4802	NOI250	1	BD	BD	CPD BD	LAB_PFB4
#T106	1	CPSP	CP-4802	NOI250	1	TOTAL_HH	TOTAL_HH	CPD Total HH	LAB_PFB4
#T107	0	CPSP	CP-4802	NOI250	1	TOTAL_HH	TOTAL_HH	CPD Total HH	LAB_PFB4
#T108	0	CPSP	CP-4802	NOI250	1	TOTAL_DRY	TOTAL_DRY	CPD Total Dry	LAB_PFB4
#T109	1	CPSP	CP-4802	NOI250	1	CRY_2L_FLOW	CRY_2L_FLOW	CPD CRY_2L_FLOW	LAB_PFB4
#T110	1	CPSP	CP-4802	NOI250	1	CRY_2L_FLOW	CRY_2L_FLOW	CPD CRY_2L_FLOW	LAB_PFB4
#T111	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC	REC	CPD REC	LAB_PFB4
#T112	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_2	REC_2	CPD REC_2	LAB_PFB4
#T113	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_3	REC_3	CPD REC_3	LAB_PFB4
#T114	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_4	REC_4	CPD REC_4	LAB_PFB4
#T115	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_5	REC_5	CPD REC_5	LAB_PFB4
#T116	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_6	REC_6	CPD REC_6	LAB_PFB4
#T117	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_7	REC_7	CPD REC_7	LAB_PFB4
#T118	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_8	REC_8	CPD REC_8	LAB_PFB4
#T119	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_9	REC_9	CPD REC_9	LAB_PFB4
#T120	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_10	REC_10	CPD REC_10	LAB_PFB4
#T121	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_11	REC_11	CPD REC_11	LAB_PFB4
#T122	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_12	REC_12	CPD REC_12	LAB_PFB4
#T123	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_13	REC_13	CPD REC_13	LAB_PFB4
#T124	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_14	REC_14	CPD REC_14	LAB_PFB4
#T125	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_15	REC_15	CPD REC_15	LAB_PFB4
#T126	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_16	REC_16	CPD REC_16	LAB_PFB4
#T127	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_17	REC_17	CPD REC_17	LAB_PFB4
#T128	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_18	REC_18	CPD REC_18	LAB_PFB4
#T129	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_19	REC_19	CPD REC_19	LAB_PFB4
#T130	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_20	REC_20	CPD REC_20	LAB_PFB4
#T131	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_21	REC_21	CPD REC_21	LAB_PFB4
#T132	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_22	REC_22	CPD REC_22	LAB_PFB4
#T133	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_23	REC_23	CPD REC_23	LAB_PFB4
#T134	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_24	REC_24	CPD REC_24	LAB_PFB4
#T135	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_25	REC_25	CPD REC_25	LAB_PFB4
#T136	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_26	REC_26	CPD REC_26	LAB_PFB4
#T137	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_27	REC_27	CPD REC_27	LAB_PFB4
#T138	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_28	REC_28	CPD REC_28	LAB_PFB4
#T139	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_29	REC_29	CPD REC_29	LAB_PFB4
#T140	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_30	REC_30	CPD REC_30	LAB_PFB4
#T141	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_31	REC_31	CPD REC_31	LAB_PFB4
#T142	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_32	REC_32	CPD REC_32	LAB_PFB4
#T143	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_33	REC_33	CPD REC_33	LAB_PFB4
#T144	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_34	REC_34	CPD REC_34	LAB_PFB4
#T145	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_35	REC_35	CPD REC_35	LAB_PFB4
#T146	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_36	REC_36	CPD REC_36	LAB_PFB4
#T147	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_37	REC_37	CPD REC_37	LAB_PFB4
#T148	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_38	REC_38	CPD REC_38	LAB_PFB4
#T149	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_39	REC_39	CPD REC_39	LAB_PFB4
#T150	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_40	REC_40	CPD REC_40	LAB_PFB4
#T151	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_41	REC_41	CPD REC_41	LAB_PFB4
#T152	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_42	REC_42	CPD REC_42	LAB_PFB4
#T153	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_43	REC_43	CPD REC_43	LAB_PFB4
#T154	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_44	REC_44	CPD REC_44	LAB_PFB4
#T155	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_45	REC_45	CPD REC_45	LAB_PFB4
#T156	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_46	REC_46	CPD REC_46	LAB_PFB4
#T157	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_47	REC_47	CPD REC_47	LAB_PFB4
#T158	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_48	REC_48	CPD REC_48	LAB_PFB4
#T159	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_49	REC_49	CPD REC_49	LAB_PFB4
#T160	0	PCT	CP-4802	NOI250	0	REC_50	REC_50	CPD REC_50	LAB_PFB4

Рис. 3.6. Список тегів в ІА СС

Організація безпечного доступу.

Кожна група (інженери-технологи, обслуговуючий персонал тощо) має свої визначені права доступу, такі як читання, запис чи завантаження різних типів об'єктів, які керуються системою ІАСС. Ці групи також можуть мати доступ до різних пакетів редакторів та сервісів, які підтримує система.

ІАСС може підтримувати будь-яку кількість груп з різними наборами дозволів та обмежень для кожної групи. При вході в систему користувач повинен увійти за допомогою свого ідентифікаційного номера (ID) і, можливо, унікального пароля.

Кожен користувач зареєстрований в системі та призначений до певної групи чи груп може мати доступ до визначених функцій та можливостей, які належать цій групі. Це дозволяє розділити права доступу до системи та забезпечити конфіденційність, обмежуючи доступ лише до необхідних функцій для кожного користувача чи групи користувачів.

3.4. Розробка системи керування процесом розділення очищеного оксиданту в середовищі FoxCAE та FoxDrow

Система складається з польових модулів FBM і керуючих процесорів FCP 270, які відображаються на дисплеї оператора. Для проектування та представлення даної системи використовується пакет програм FoxCAE.

Процес проектування включає створення бази даних, що містить блоки управління, які можуть бути завантажені в систему I/A Серія в режимах offline або online через протокол TCP/IP.

Планування та збір даних розпочинаються зі створення переліку позицій, що містить усю необхідну деталізацію, таку як опис усіх засобів, функцій, елементів, одиниць виміру та адресних каналів уведення/виведення модулів FBM на польовій шині.

Обмін інформацією з іншими базами відбувається через використання файлів у форматі ASCII, що дозволяє передавати інформацію між системами відповідним чином. Такий формат дозволяє зручно та ефективно обмінюватися даними між різними програмними системами.

Перший етап включає встановлення параметрів за замовчуванням для блоків управління, що дозволяє автоматично внести значення параметрів блоку без необхідності ручного введення.

Далі, для кожного типу блоку вибирають набір значень. За допомогою графічного редактора контурів встановлюються зв'язки між параметрами блоків та системою I/A Series. Процедури побудови окремих контурів поєднують інформацію із загальним визначенням типів та прийнятих параметрів.

Для створення контурів регулювання температури генерується окремий блок для кожного типу блоку з визначеними параметрами за замовчуванням. Це дозволяє автоматично призначити значення параметрів кожному блоку, що спрощує процес налаштування та створення контурів регулювання.

Організація системи керування.

Розробка Control Strategy Diagram (CSD) для кожного каналу та контуру, потребує регулювання, з урахуванням програмної обробки сигналів, що

надходять з модулів FBM. Кожен сигнал відповідає конкретному каналу і має свою власну Control Strategy Diagram.

На рис. 3.7 приведена частина програми CSD , яка відображає процес управління . Усі інші складені на основі базових блоків CSD за аналогією попередньої.

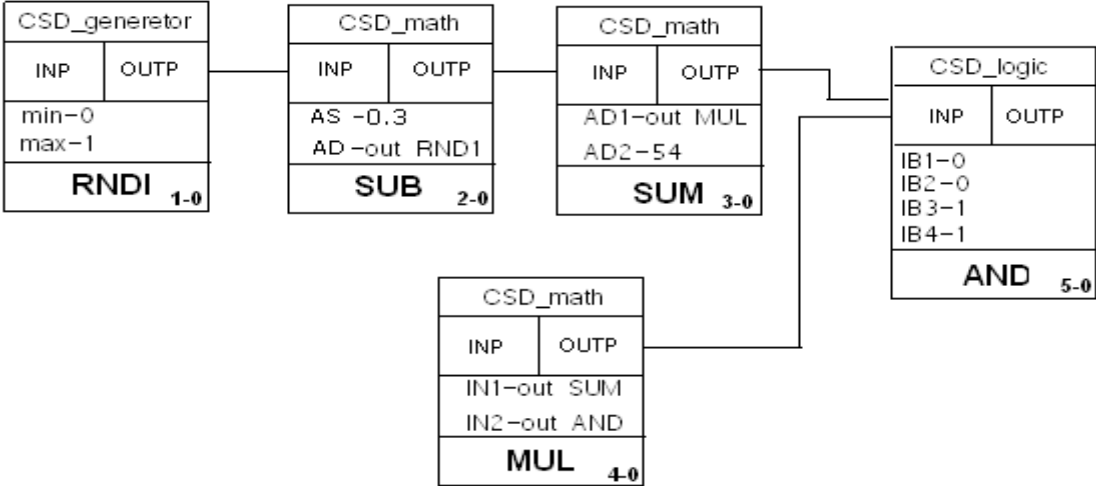


Рис.3.7 CSD програма регулювання витрат на виходи з колони К-379

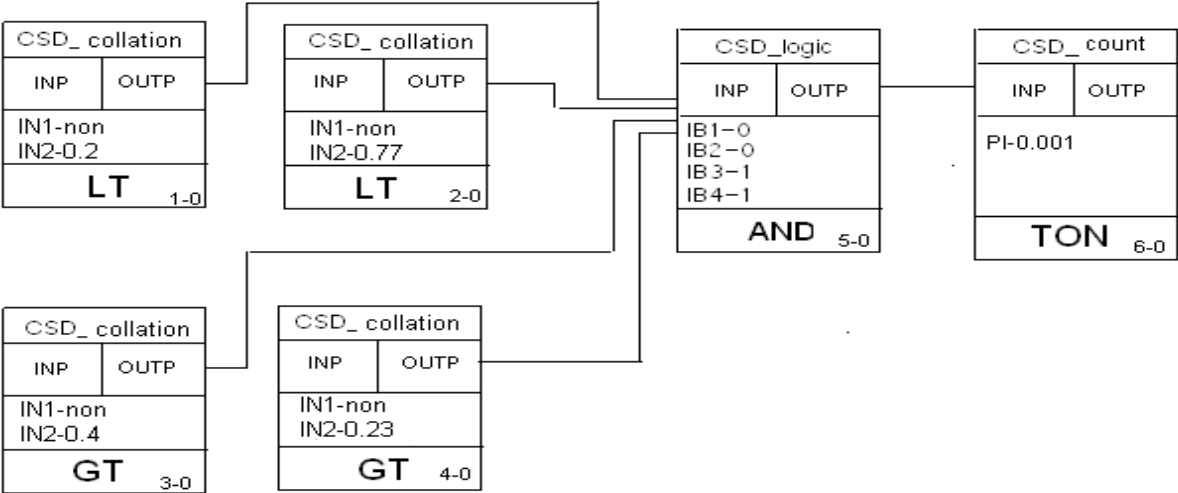


Рис.3.8 CSD програма для відновлення тиску у верхній колоні

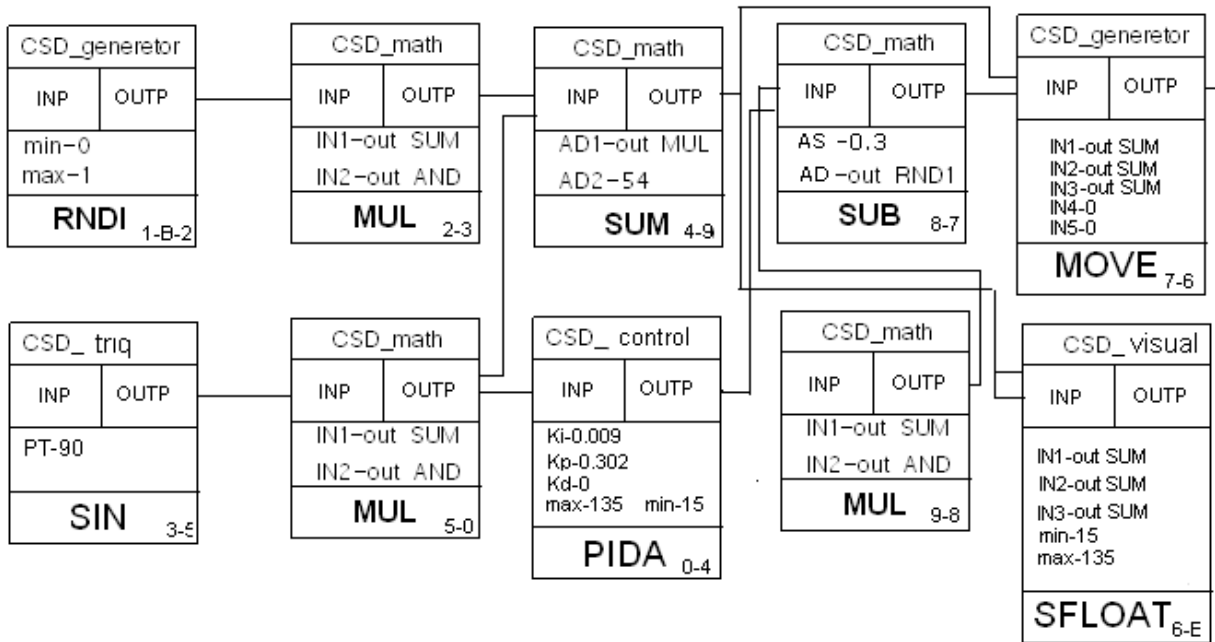


Рис.3.9 CSD програма для регулювання температури в кубі колони К-379

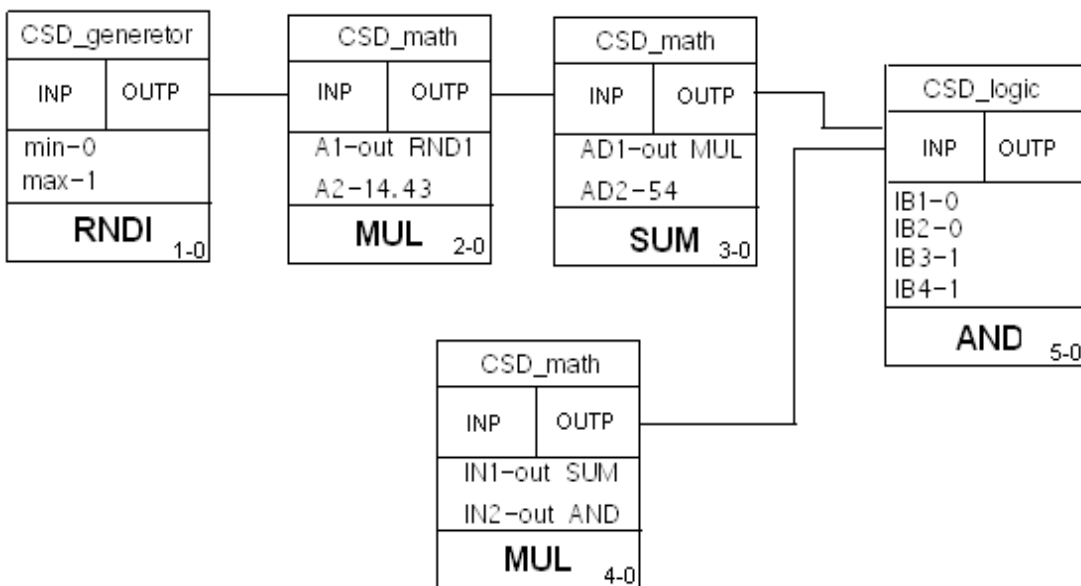


Рис.3.10 CSD програма для відображення температури подачі флегми.

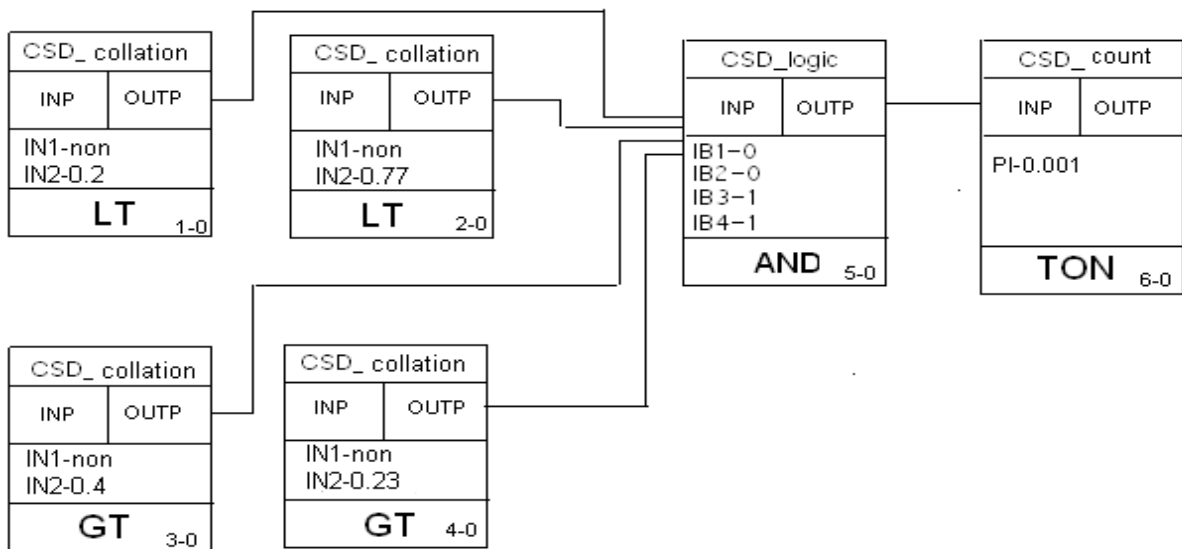


Рис.3.11 CSD програма для здійснення блокування тиском та рівнем у кубі КОЛОНИ

Усі алгоритми керування відображаються програмою FoxDrew в реальному часі.

4. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

4.1 Обґрунтування раціональних параметрів і режимів роботи

Для розрахунку налаштування ПІ-регулятора для статичного об'єкта, при використанні типового збурення, що надходить з боку Регулюючого Органу (РО) використовуємо наступні формули.

У формулах є два коефіцієнти: K_p - коефіцієнт передачі регулятора (вольт на градус Цельсія) та K_i - коефіцієнт передачі інтегруючої складової регулятора (хвилини).

$$K_p = \frac{0,6 \cdot T}{K \cdot \tau}, \quad K_i = \frac{1}{K \cdot \tau}$$

У цій формулі обґрунтовуємо значення параметрів об'єкта управління:

$$K_p = \frac{0,6 \cdot 577}{15,8 \cdot 48} = 0,46, \quad K_i = \frac{1}{15,8 \cdot 48} = 0,0013$$

Таким чином параметри налаштування регулятора:

$$K_p = 0,46 \text{ В/}^\circ\text{С}; \quad K_i = 0,0013 \text{ с}^{-1}.$$

4.2. Моделювання і дослідження перехідного процесу та оптимізація системи автоматичного керування

Структурна схема, досліджуваної САР температури в середовищі Simulink буде мати вигляд, який представлено на рис. 4.1 .

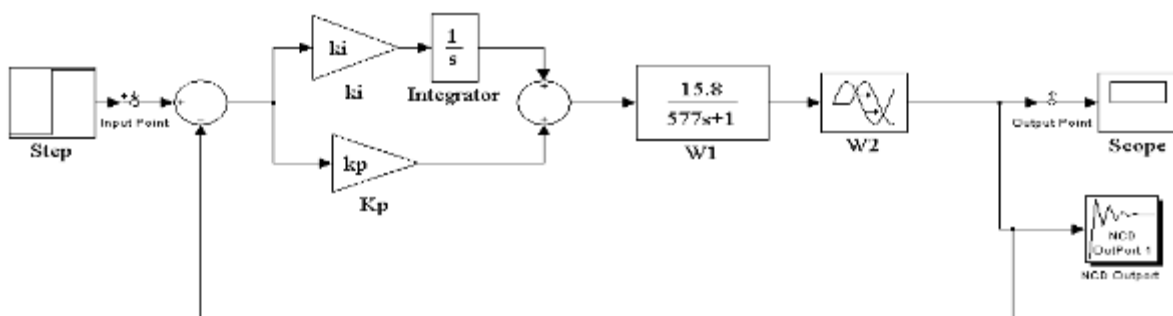


Рис. 4.1. Simulink – модель САР температури

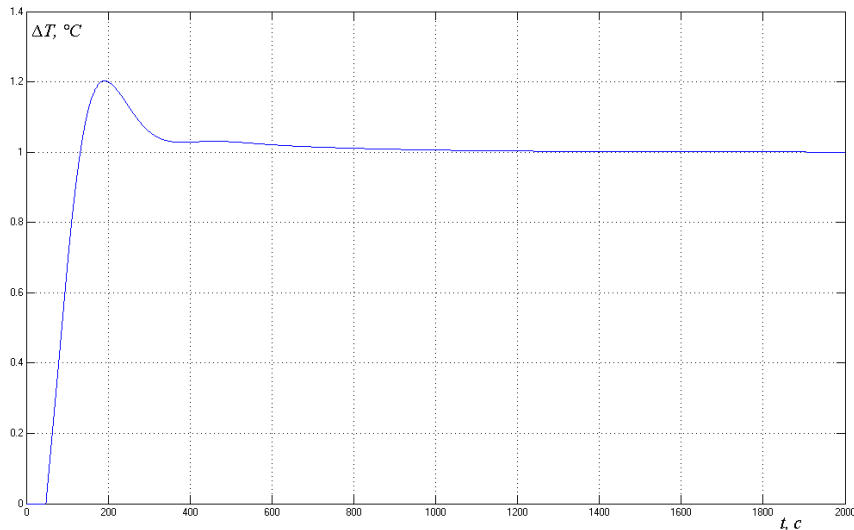


Рис. 4 . 2 . Перехідна характеристика до оптимізації

Для оптимізації використовуємо пакет Matlab NCD-Blockset

Nonlinear Control Design Blockset (NCD-Blockset) є потужним інструментом для роботи з динамічними об'єктами та налаштування їх параметрів у Simulink. Цей пакет надає графічний інтерфейс для налаштування параметрів динамічних об'єктів і пропонує автоматичну генерацію задачі остаточномірної оптимізації, щоб забезпечити виконання вимог до якості процесу.

Проте, в деяких випадках неможливо знайти такі коефіцієнти передаточної функції ПІ-регулятора, які б забезпечили виконання всіх вимог до якості процесу. Це може бути через обмеженість фізичних характеристик системи або наявність протиріччя між різними вимогами.

У таких ситуаціях важливо ретельно розглянути вимоги та їх пріоритети, можливо, застосувати певні стратегії підгонки та компромісів. Також можна експериментувати з різними алгоритмами налаштування ПІ-регулятора, змінювати їх параметри для пошуку оптимального компромісу між різними вимогами.

Важливо мати реалістичні очікування від системи управління, оскільки ідеальне задоволення всіх вимог може бути недосяжним через фізичні обмеження або протиріччя між вимогами до якості процесу.

Параметри блоків K_p і K_i задамо змінними величинами, а саме: K_p , K_i (рис. 4.3).

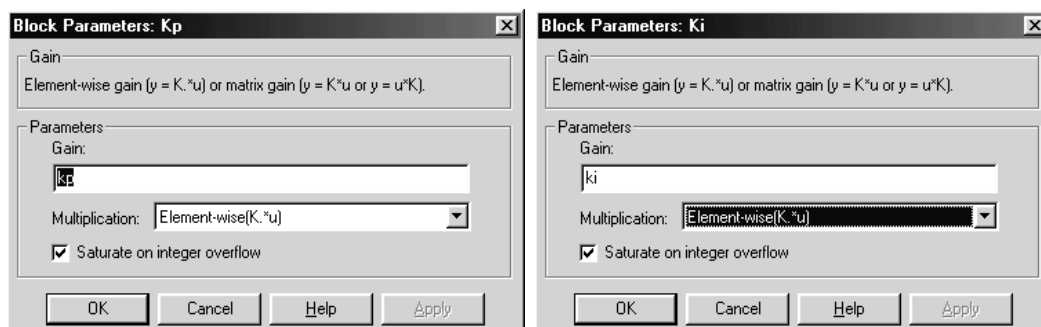


Рис. 4.3. Вікна встановлення параметрів ПІ регулятора

У робочому вікні Matlab задаємо початкові значення змінених:

$$K_p=0,46; K_i=0,0013;$$

Таким чином ми сформували Simulink-модель об'єкта управління і тепер можемо обгрунтувати завдання, яке буде складається з вихідної системи Transfer Fcn.

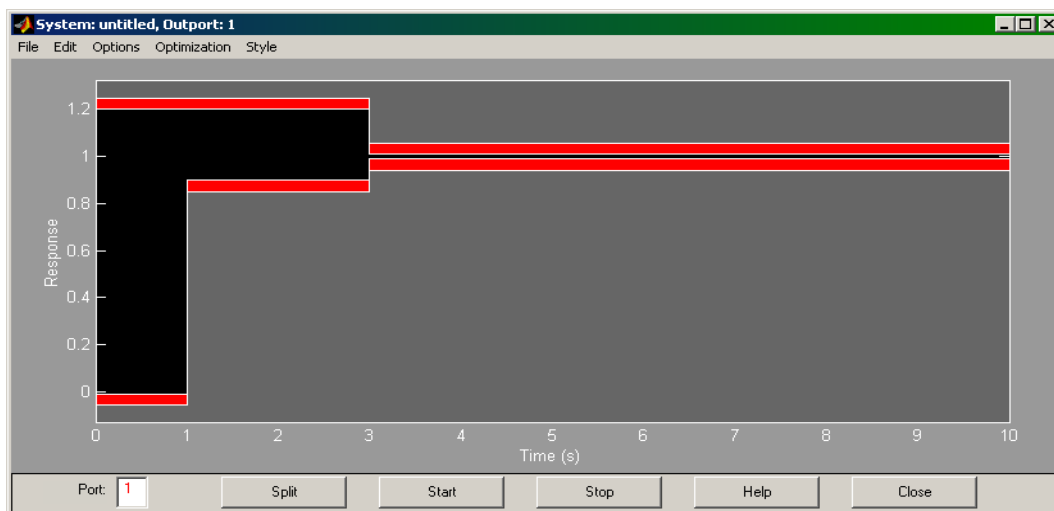


Рис. 4.4. Вікно блоку NCD Output

Встановлення меж, у яких має перебувати сигнальний блок NCD Output відповідно до вимог.

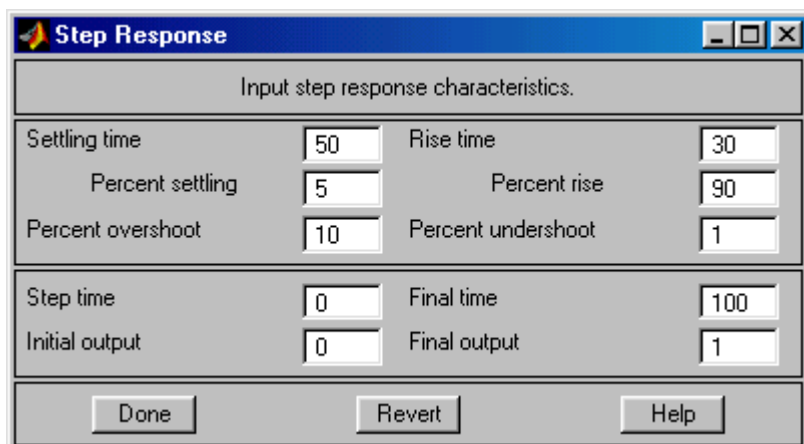


Рис. 4.5. Параметри коридору для обмеження системи

Перелік встановлених вимог:

- замкнута система має переналаштування менше 30% (від 0,9 до 1,1);
- час перехідного процесу становить менше 30 с. Через 50 с. значення буде в межах 1% (0,99 -1,01).

Далі обираємо пункт меню Оптимізація\ Параметри. При цьому відкривається вікно (рис. 4.6), в ньому потрібно внести параметри оптимізації.

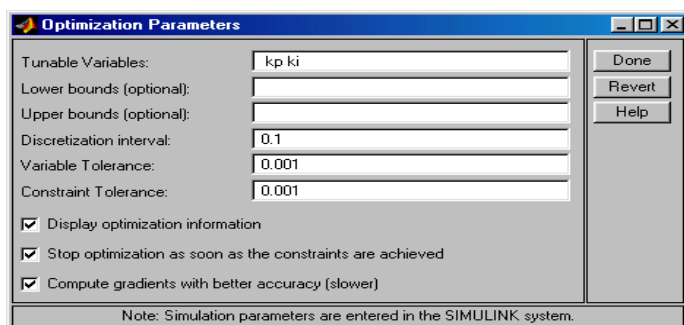


Рис. 4.6. Робоче вікно параметрів оптимізації

4.3. Організація процесу оптимізації

Тепер все готово для оптимізації процесу. Натискаємо кнопку Start у вікні блоку NCD Виводимо і спостерігаємо за розвитком процесу: для кожного етапу оптимізації у вікні відображаються графіки сигналу (рис. 4.7), які підтримують початкове (білого кольору) і поточне (зеленого кольору) значення параметрів регулювання, що налаштовуються.

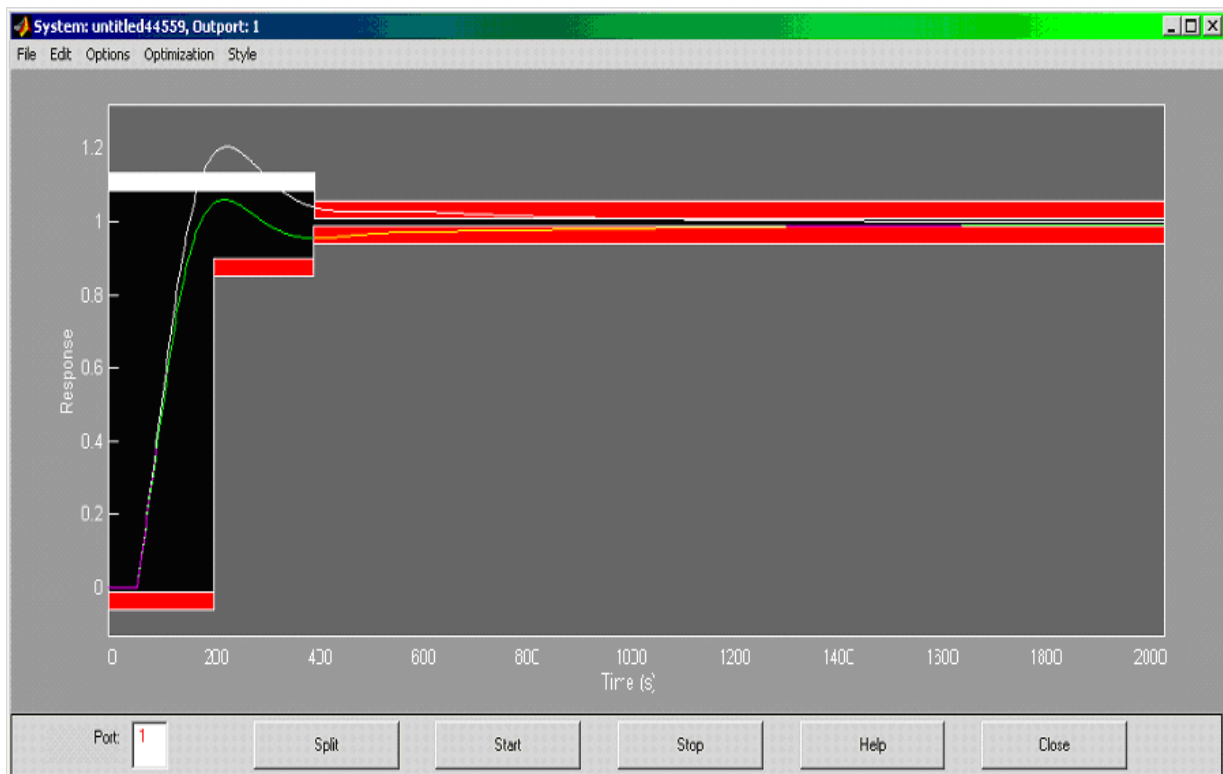


Рис. 4.7. Етапи оптимізації

Після завершення процесу оптимізації, оптимальні значення параметрів, (зелена крива), зберігаються в робочому вікні MatLab. (рис. 4.7)

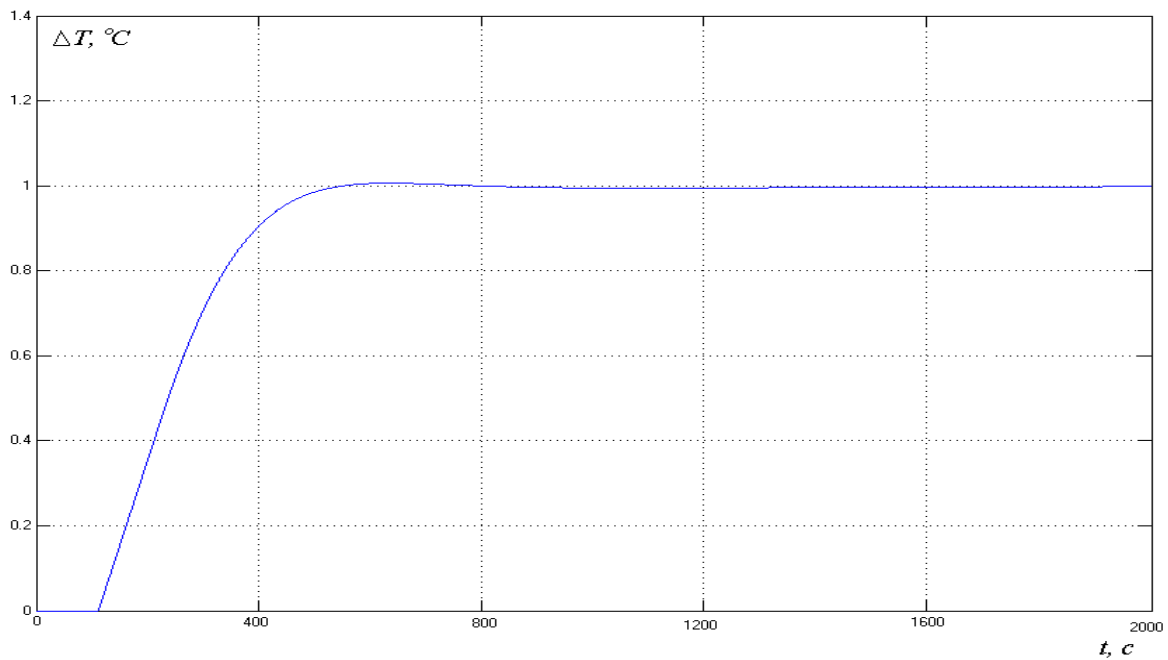


Рис. 4.8. Перехідний процес з оптимальними параметрами настроювання ПІ - регулятора

За графіком знаходимо:

$t_p=550$ с. - (час реагування)

(перерегулювання) $\sigma \% = \frac{h_{\max} - h_{\infty}}{h_{\infty}} \cdot 100\% = \frac{1,0061 - 1}{1} \cdot 100\% = 0,61\%$;

$n=1$ - (кількість коливань)

Отже, параметри якості при перехідному процесу відповідають вимогам до системи автоматичного регулювання.

5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Технічні засоби системи I / A Серія

FBM 211 - Інтерфейс і модуль диференціального входу 0-20 м А

Модуль FBM 211 (номер частини Foxboro P 0914 TN) містить 16 каналів аналогового введення 20 мА постійного струму, при цьому кожен канал отримує аналоговий вхідний сигнал по подвійній провідній лінії від датчика 4-20 мА або джерела 20 мА з власного енергопостачання. Канали модуля FBM 211 ізольовані по групах - вони електрично не розділяють модулі, але не розділяють канали на цьому самому модулі.

Крім виконання перетворення сигналів, деякі для підключення електричних вхідних сигналів від польових датчиків з факультативно резервною шиною F і eldbus , цей модуль виконується прикладною. програму аналогового входу з конфігурованими опціями між нашою інтеграцією та швидкістю зміни.

FBM 201 - Інтерфейс і модуль входу 0-20м А з ізольованими каналами

Модуль FBM 201 (номер частини Foxboro P 0914 SQ) має вісім ізольованих аналогових вхідних каналів 0-20мА постійного струму, на кожен з яких може надходити по двопровідній лінії аналоговий вхідний сигнал від датчика, наприклад, 4-20мА датчика, або від джерела 20мА з власного електропостачання. Кожен вхід гальванічно ізольований від інших каналів і землі.

Крім виконання перетворення сигналу, необхідного для підключення електричних вхідних сигналів від польових датчиків з факультативно резервованою шиною F і eldbus , даний модуль виконує відповідну програму аналогового введення, що забезпечує налаштовані параметри часу інтеграції та між швидкістю зміни.

FBM 217 - Інтерфейсний модуль дискретного входу

Модуль FBM 217 (номер частини Foxboro P 0914 TR) забезпечує 32 вхідних каналів, при цьому на кожний канал надходить сигнал по двопровідній лінії від джерела напруги постійного струму до 30В пост.струму. Відповідні клемні збори (ТА) передбачені для дискретних вхідних сигналів 30В пост.струму, 120В змінного струму. Ці канали ізольовані по групах - вони електрично розділяють модулі, але не розділяють канали на самому модулі.

Крім виконання перетворення сигналів, необхідного для сполучення електричних вхідних сигналів від польових датчиків з факультативно резервованою шиною F і eldbus , даний модуль виконує прикладні програми для дискретного входу, багатоланкової логіки, відліку імпульсів і результатів подій з конфігурацією цим опціями фільтра входу й відмовної конфігурації. .

FBM 237 - Інтерфейс і модуль резервного виходу 0-20м А з ізольованими каналами

Модуль FBM 237 (номер частини Foxboro P 0914 XS) має вісь ізольованих вихідних каналів 0-20мА. Цей модуль можна використовувати без резервування (один модуль) або в парі з іншим для резервування (два модулі FBM 237). Кожен канал гальван і ч но ізольований від інших каналів і землі.

Якщо він використовується в парі з іншим модулем, ці модулі дозволяють зберегти резервовану конфігурацію на рівнях FBM . Для збереження резервного виходу адаптерний модуль резервування встановлюється на двох сусідніх кабельних розніманнях базової плити, щоб забезпечити з'єднання за допомогою одного кабелю Один кабель використовується для з'єднання адаптера з резервуванням і відповідно клемною збіркою (ТА). Кожен незалежний модуль намагається зафіксувати вихідний сигнал(і) на його заданому рівні, і кожен незалежний протоколює значення вхідних сигналів, які спостерігаються . Резерв блоку аналогового виходу в програмному забезпеченні системи керування забезпечує вірогідність кожного виходу відповідно до наданої інформації, що надходить до /від модуля.

FBM 242 - Інтерфейс і модуль дискретного виходу із зовнішнім джерелом та ізольованими каналами

Крім виконання перетворення сигналів, необхідних для підключення електричних вихідних сигналів на польові датчики від станції керування, цей модуль виконує прикладну програму введення/виведення дискретних сигналів з підтримкою багатоланкової логіки та конфігурованою опцією відповідної конфігурації для його виходів.

Комунікаційний модуль Fieldbus FCM100

Комунікаційні модулі Fieldbus FCM100 перетворюють 2Мбіт/сек сигнали HDLC, використовуючи модулі Fieldbus (FBM), змонтовані на направляючих DI, у 10Мбіт/сек оптоволоконних сигналів Ethernet в оптоволоконній/Ethernet мережі. Це дозволяє модулям FBM здійснювати зв'язок зі станцією керування I/A Series на великих відстанях за оптоволоконною конфігурацією мережі.

Модуль FCM100 дозволяє підтримувати максимальну довжину кабельного розведення (відгалуження від концентратора) до 2 км.

5.2. Системи управління I / A.A

Функціональність та можливості інженерного середовища ІАСС для розробки стратегій управління та створення дисплейних об'єктів в системі I/A Series досить великі. ІАСС надає користувачам зручний інтерфейс для створення стратегій управління за допомогою CSD (Control Strategy Diagram), який ґрунтується на використанні блоків I/A Series.

Вона дає можливість створення і копіювання блоків для побудови стратегій управління, а також створення шаблонів CSD для стандартизації і уніфікації процесу створення діаграм. Це дозволяє легко створювати нові стратегії на основі попередньо визначених шаблонів і автоматично оновлювати їх при зміні шаблону.

ІАСС забезпечує зручні інженерні інструменти, що дозволяють ефективно створювати, редагувати та управляти стратегіями управління, що реалізуються в системі керування I/A Series.

З SD пов'язана з декількома складовими дисплеями об'єктів FoxDraw . Конкретні параметри блоку в C SD можуть бути поставлені у відповідності з псевдонімами, визначальними в конструкції дисплеїв складних об'єктів FoxDraw . Після цієї повної візуалізації основних відображуваних об'єктів FoxDraw перезадаємо символ C SD з панелі Navigator Панель для редагування FoxDraw . Якщо кілька складових відображених об'єктів призначені для C SD , з'явиться діалогове вікно для вибору об'єкта.

IACC справді надає потужні інструменти для організації та управління проектами стратегій управління. Функції шаблонів, TagList та можливість створення нових типів блоків дозволяють створювати структуровану базу даних проектів, що полегшує подальшу роботу та забезпечує їх зручний аналіз.

Можливість розробки нових типів блоків на основі стандартних і похідних типів блоків I/A Series дозволяє інженерам створювати власні блоки з різноманітною функціональністю на основі існуючих блоків. Це забезпечує гнучкість та ефективне використання існуючих ресурсів при створенні нових стратегій управління.

Експорт та імпорт окремих фрагментів проектів дозволяє розробникам обмінюватись та використовувати розроблені функції, що відкриває можливості для співпраці між різними майданчиками, інженерними центрами та заводами, щоб спільно вдосконалювати та використовувати стратегії управління. Легкість управління.

Система IACC надає зручний інтерфейс для створення діаграм стратегій управління, які включають в себе різноманітні блоки управління та зв'язки між ними. Ці діаграми можуть бути простими або складними залежно від вимог проекту.

Групові дисплеї, що складаються з панелей та трендів, дозволяють відображати та передавати на інші робочі станції інформацію, пов'язану з новими контурами управління. Це полегшує співпрацю та спільну роботу між різними членами команди, що працюють над одним проектом.

Щодо віконних панелей, які використовуються для відображення інформації про проект, вони можуть бути налаштовані для відображення різних аспектів проектування та координуватися між собою. Розміри та розташування панелей можуть бути налаштовані користувачем для зручності та ефективності роботи з системою IACC, щоб краще контролювати доступність та відображення різних областей інтерфейсу.

Ці функції дозволяють користувачам зручно налаштовувати та керувати інтерфейсом системи, щоб максимально ефективно працювати з проектами та відображати необхідну інформацію на екранах робочих станцій.

Панель навігатора надає 3 режими для роботи з базою даних:

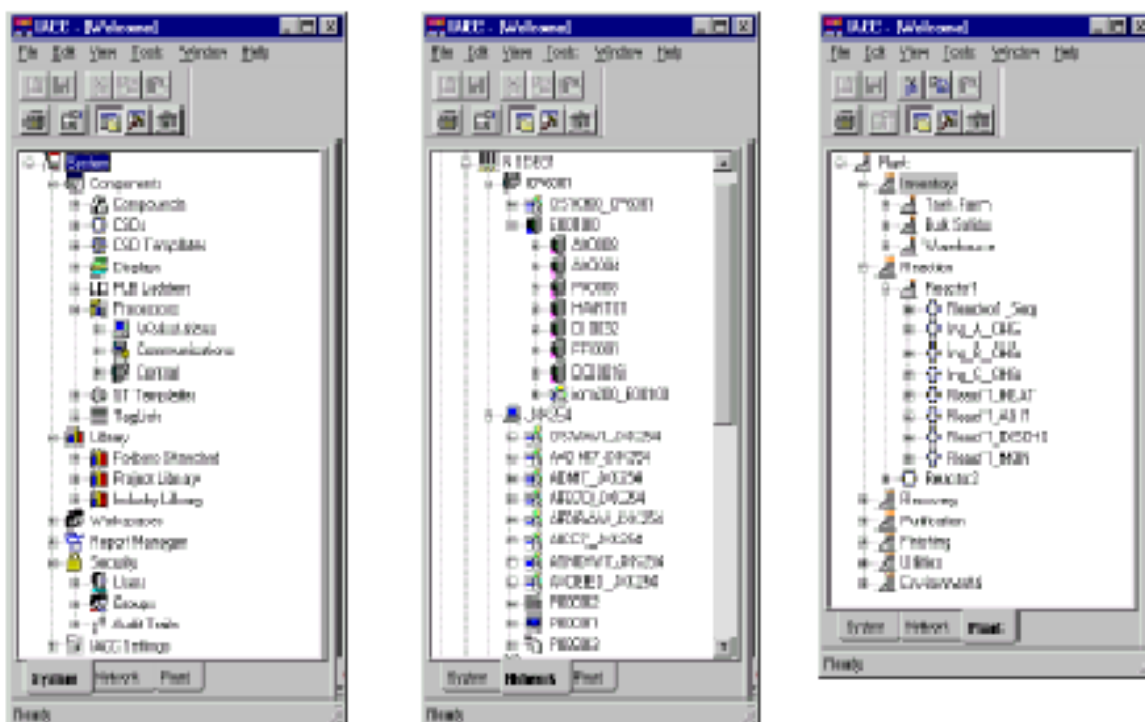


Рис. 5.1. Режими бази даних

Системний огляд (System View) – список усіх компонентів системи.

Мережа огляду (Мережа Переглянути)- список усіх компонентів обладнання і програмного забезпечення I / A Серія , які вибір ІАСС .

Plant Перегляд – відвідуваний користувачем представлення ділянок підприємства з найкращих категорій, які відзначаються різним рівнем.

Усі графічні конструкції розроблені з врахуванням побудови шаблонів CSD.

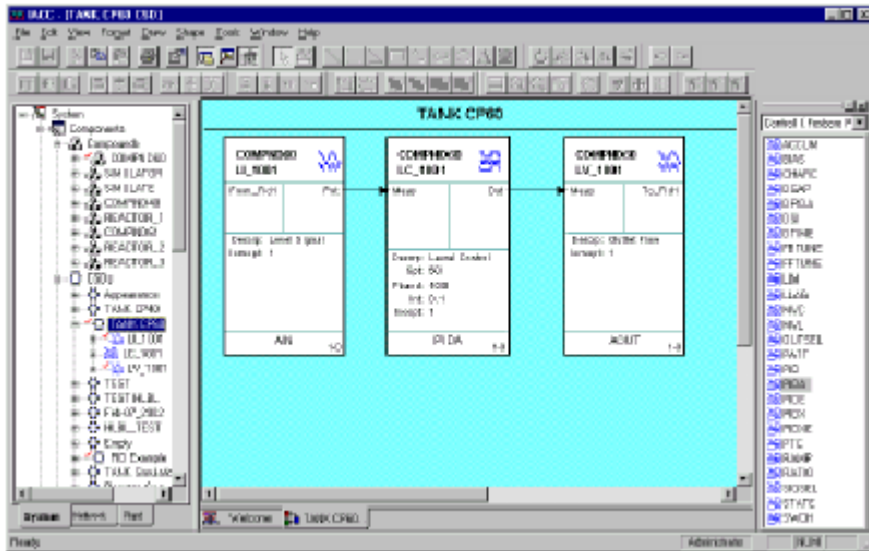


Рис. 5.2. Діаграма стратегії управління

Ця діаграма стратегії управління дозволяє налаштовувати типи блоків управління за замовчуванням або використовувати власні похідні типи блоків для побудови стратегій управління. Якщо блоки переміщені на стіл, то нова копія типу об'єкта генерується автоматично.

Це забезпечує зручність та швидкість у створенні нових стратегій управління, використовуючи вже налаштовані типи блоків чи їх похідні, із зручним інтерфейсом панелі редагування.

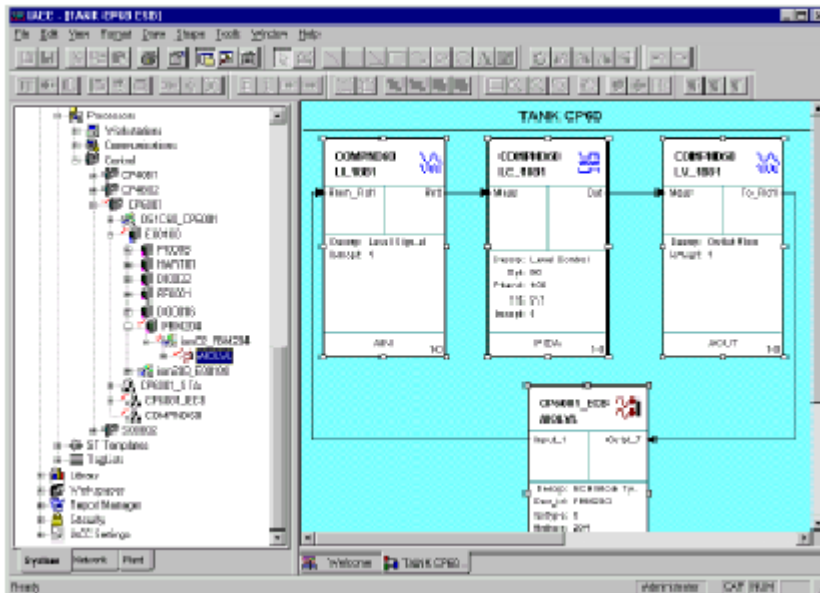


Рис. 5.3. Вікно вводу / виводу

На рис. 5.3 показано, як фізичний ввід видається зв'язаним з CSD перетягуванням об'єкта Обладнання КОНТРОЛЬ Блок (ECB) відповідного модуля вводу/виводу з Панелі навігатора на схему CSD в Панелі редагування. Після перезавантаження параметрів з цим ECB з'єднуються з відповідними параметрами функціональних блоків входу /виводу CSD .

Організації типів блоків у структуровану ієрархію, дозволяє створювати більш спеціалізовані блоки для конкретних завдань на базі стандартних. Такий підхід дозволяє швидко створювати та використовувати блоки, оптимізовані для певних завдань чи видів роботи, зберігаючи основні властивості стандартних блоків.

Це особливо корисно, оскільки дозволяє використовувати більш адаптовані, спеціалізовані блоки для конкретних потреб, спрощуючи процес розробки та використання.

Ця можливість спрощує процес створення нових діаграм стратегій управління. Завдяки можливості швидкої копіювання та дослідження всіх властивостей попередніх блоків, користувачі можуть ефективно створювати нові діаграми, використовуючи вже перевірені та налаштовані параметри. Такий підхід дозволяє швидше та з меншими зусиллями розробляти та тестувати нові контури управління.

Вікно редактора представлення блоків

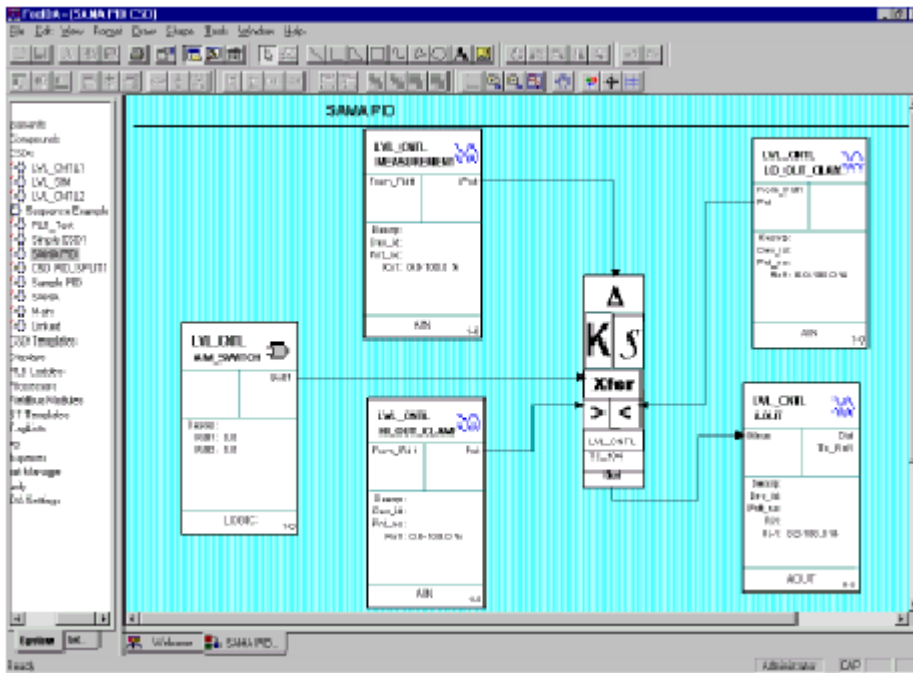


Рис. 5.4. Представлення тип SAMA

Зміна представлення блоків для більш точного опису дуже корисна для інженерів, оскільки може полегшити розуміння та використання блоків у проектах. Наприклад, використання позначень SAMA для блоку може допомогти інженерам швидше розібратися у функціональності та призначенні блоків. Редагування представлення конкретного типу блоку за допомогою інструментів малювання редактора Appearance редактор - це важлива можливість для адаптації вигляду блоків до конкретних потреб проекту чи користувачів.

Зв'язування блоків у системі IACC та автоматична генерація додаткових з'єднань дійсно полегшують процес побудови контурів управління. Це значно спрощує роботу інженера, оскільки зменшує кількість ручного створення з'єднань між блоками. Можливість додавання, видалення та редагування з'єднань через діалогове вікно Connection Діалог робить процес з'єднання блоків більш гнучким та контрольованим. Це дозволяє легко маніпулювати зв'язками між блоками та редагувати їх, враховуючи специфіку розробки.

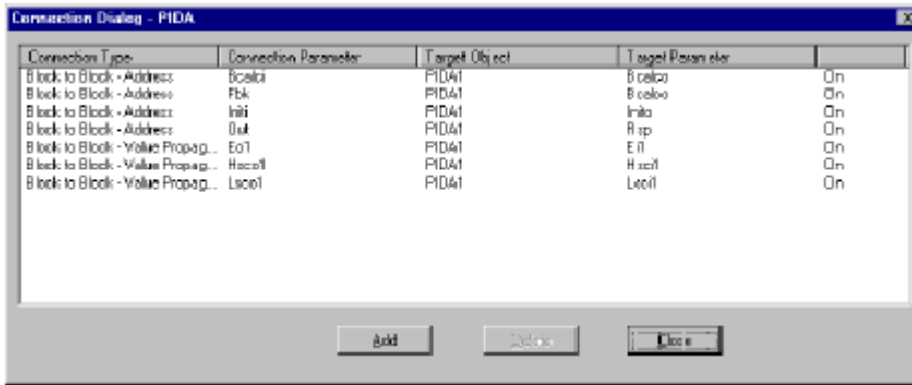


Рис. 5.5. Діалогове вікно з'єднане

5.3 Програмне забезпечення I/A Series I/A Series Configuration Component (IACC)

Програмне забезпечення I / A Серія має в собі ряд типів блоків для моделювання різних логічних сценаріїв управління. Згадані версії дозволяють описувати логіку системного управління через мову HLBL (Structured Text Language) або за допомогою діаграм релейної логіки. Це означає, що ви можете програмувати логіку управління за допомогою тексту або через графічний інтерфейс, що представляє собою діаграму з використанням логічних елементів. Це може полегшити процес створення та аналізу логіки управління для системи I / A Серія, без необхідності використання сторонніх редакторів.

Редактор (структурованого тексту) [HLBL]

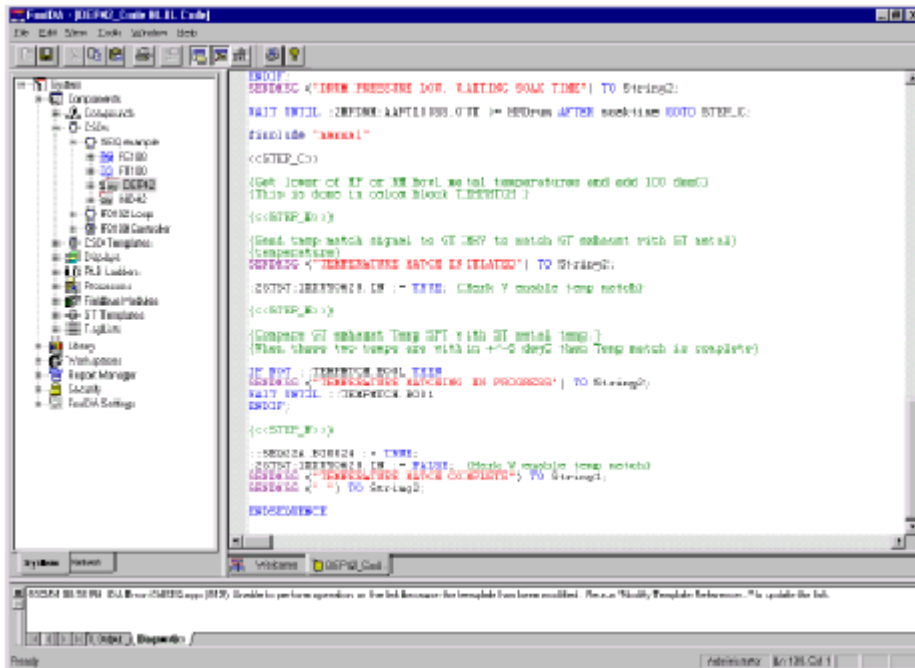


Рис. 5.6. Редактор HLBL

HLBL, як описуєте, включає в себе різні команди та процедури, які оперують у реальному часі для виконання певних дій. Оскільки ця мова орієнтована на реальний час, вона може містити команди для надсилання повідомлень, налаштування таймерів, очікування на певні події та інші.

Програми, написані на HLBL, можуть бути зв'язані за допомогою інтерфейсів, що специфікують типи блоків комп'ютерного з'єднання. Ці блоки (такі як DEP, IND, EXC, MON, TIM) можуть визначати способи, якими програми, що працюють на мові HLBL, спілкуються між собою чи контролюють різні аспекти системи управління в реальному часі.

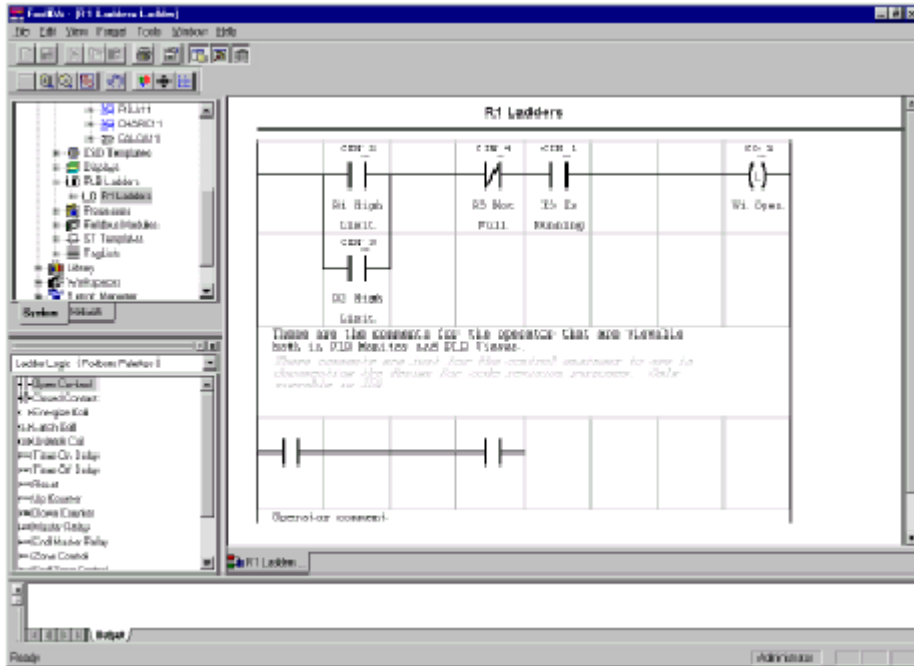


Рис. 5.7. Вікно редактора діаграм релейної логіки

Діаграми релейної логіки Ladder та їх використання в ІАСС дозволяють представити послідовну логіку та логіку блокування у вигляді діаграм для швидкого виконання на модулях польової шини. Після створення цих діаграм LLD, вони можуть бути призначені блоку програмованої логіки PLB для управління інтерфейсами та зв'язком з іншими блоками у системі керування та модулями польової шини.

Мережа управління Mesh важлива для забезпечення резервованих каналів зв'язку, особливо для автоматизованих систем, де надійність дуже важлива. Така архітектура мережі дозволяє уникнути втрати зв'язку у випадку виходу з ладу каналу чи модулів.

Щодо FCP270, важливо, що він має можливість автоматично отримувати IP-адреси та MAS-адреси при заміні контролера з конфігураційного файлу SysDef. Це дозволяє новому контролеру отримати відповідні налаштування для сполучення з мережею та передачі даних.

Ця система здатна автоматично вибирати канали для передачі даних, що також важливо для ефективного та надійного обміну інформацією між компонентами системи управління.

Модулі FBM серії 200, які монтується на рейку DIN, використовують факультативно відмовостійкий FCP270 через базову плату для підключення. Це забезпечує надійний зв'язок, оскільки 2 Мб/сек HDLC з'єднується з двома каналами резервної мережі Fieldbus, щоб забезпечити безперервну роботу в разі виходу з ладу одного з каналів. Це дозволяє системі продовжувати працювати із залишковими засобами у разі відмови або втрати зв'язку.

Система I/A Series підтримує тимчасову синхронізацію за допомогою зовнішніх джерел, таких як універсальний синхронізований час (UTC) від супутників глобальної системи позиціонування (GPS), або внутрішні джерела, використовуючи патентовані програми. Ця синхронізація необхідна для отримання точних відміток для подій та часу в системі.

Тимчасова синхронізація в центральній системі I/A Series є важливою для багатьох аспектів функціонування системи. Вона дозволяє синхронізувати контролери для отримання точних відміток для подій (SOE - Sequence of Events), аналізу даних перехідних процесів та для вчасного реагування на аварійні ситуації. Це надає системі можливість ефективно вести облік та аналізувати події для забезпечення безпеки та правильного функціонування.

На малюнку 5.8. представлено вигляд одного з графічних екранів системи, на інших будують графіки температури, тиску, рівня для техпроцесу розділення очищеного оксиданту.

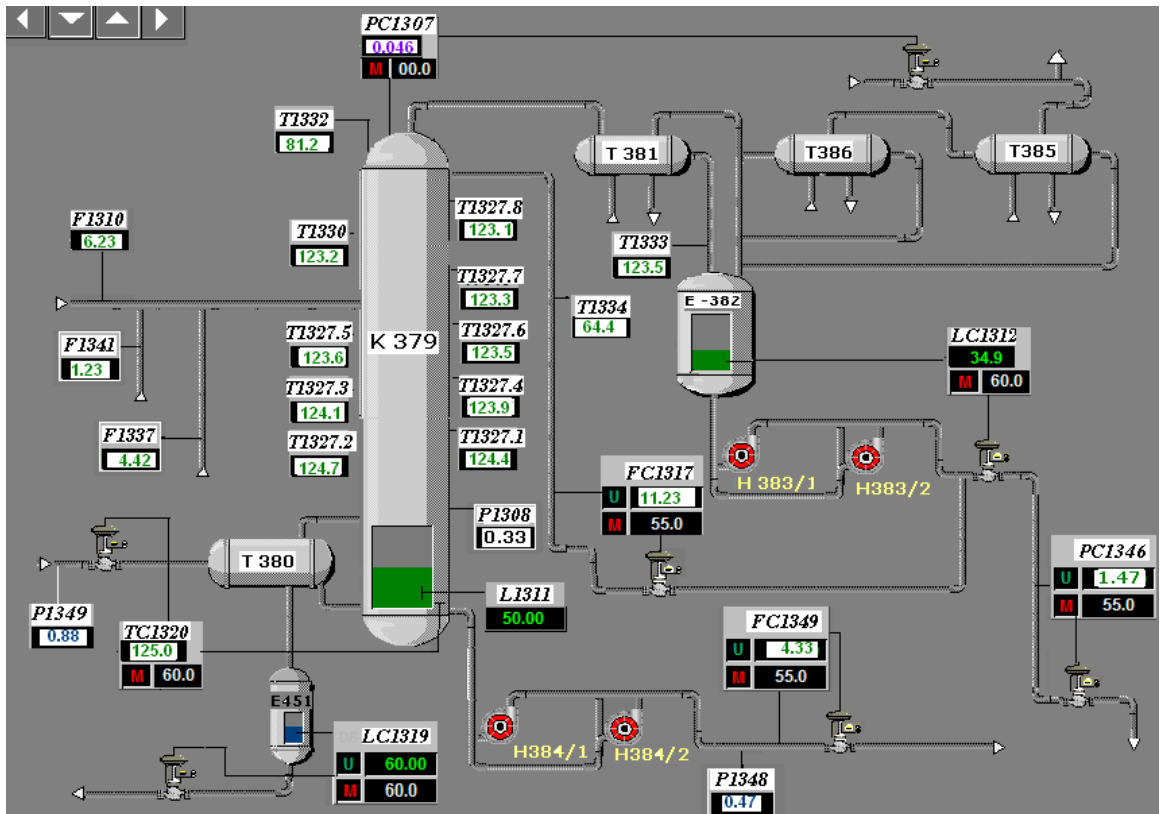


Рис 5.8. Вигляд графічного екрану представлення даних

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Організація охорони праці при роботі з системою управління

Охорона праці розглядає проблеми забезпечення здорових і безпечних умов праці. Виявляє і вивчає можливі причини нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, вибухів, пожеж і розробляє систему заходів і вимог з метою виключення цих причин і створення безпечних і сприятливих для людини умов праці.

Завдання охорони праці є зведення до мінімуму імовірності пошкодження або захворювання працівників з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

Навчання працівників безпеці праці проводять відповідно до встановлених вимог. На всіх підприємствах і в організаціях незалежно від характеру і ступеню небезпеки виробництва навчання працівників проводять при підготовці нових робітників, проведенні різноманітних видів інструктажів і підвищенні кваліфікації.

Контроль за своєчасним і якісним навчанням виконує відділ охорони праці чи інженер з охорони праці, або ІТП, на якого наказом керівника підприємства покладено ці обов'язки. Ті, що вперше поступають на роботу, навчання проходять згідно з "Типовим положенням про підготовку і підвищення кваліфікації робітників". В журналі обліку навчальної роботи реєструють навчальну тему, за якою проводилось навчання.

Інструктаж працюючих поділяють на вступний, початковий, на робочому місці, повторний, позаплановий і початковий.

Вступний інструктаж з усіма, хто поступає на роботу незалежно від їх освіти і стажу роботи по даній професії, проводить інженер з охорони праці за програмою, затвердженою головним інженером підприємства, про проведення

вступного інструктажу з обов'язковим підписом того, хто проводив інструктаж і того, хто його отримував.

Початковий інструктаж на робочому місці, повторний, позаплановий і поточний проводить керівник робіт.

Початковий інструктаж на робочому місці проводять при прийомі на роботу нових робітників за інструкцією з охорони праці, розробленою для окремих професій або видів робіт. Всі робітники після цього інструктажу і перевірки знань 2-5 змін (залежно від навичок і стажу роботи) працюють під наглядом бригадира чи майстра, потім оформляється допуск до їх самостійної праці.

Повторний інструктаж проходять всі працівники незалежно від кваліфікації, освіти і стажу роботи через три місяці. Його проводять з метою перевірки знання робітниками правил і норм з охорони праці.

Позаплановий інструктаж проводять коли змінилися правила охорони праці або технологічний процес, обладнання, інструмент та інші фактори, що впливають на безпеку праці; коли працівники порушують правила охорони праці, що можуть призвести чи призвели до травм, аварій чи пожежі, вибуху. Його проводять індивідуально чи з групою робітників однієї професії за програмою початкового інструктажу на робочому місці. При його реєстрації вказують причину, яка спричинила його проведення.

Умови праці мають велике значення практично для всіх виробничих показників - продуктивності праці, якості робіт, безпеки працівників та інше.

Санітарно-гігієнічні умови праці характеризуються показниками виробничого середовища - рівнем освітлення, мікрокліматичними параметрами, загазованістю і запиленістю повітряного середовища, рівнем шуму і вібрації, наявністю іонізуючого випромінювання та інше.

6.2 Електробезпека

Електричні установки, з якими доводиться мати справу практично всім працюючим по встановленню та налагодженню засобів автоматизації,

виявляють для людини велику потенційну небезпеку, яка збільшується у зв'язку з тим, що органи чуття людини не можуть на відстані виявити присутність електричної напруги на обладнанні.

Степінь ураження електричним струмом залежить від цілого ряду факторів: значення сили струму, електричного опору тіла людини та тривалості протікання через неї струму, виду та частоти струму, індивідуальних властивостей людини та умов навколишнього середовища.

Конструкція електроустановок має відповідати умовам їх експлуатації та забезпечувати захист персоналу від дотику з струмоведучими та рухомими частинами, а обладнання - від попадання всередину посторонніх твердих тіл та води.

Конструкція, вид виконання, спосіб встановлення, клас ізоляції застосовуваних провідників, кабелів, пристроїв та іншого електрообладнання відповідають вимогам електробезпеки. За ступенем ураження людей електричним струмом котельня відноситься згідно ПУЕ 1.1.13 до категорії приміщень з підвищеною небезпекою (висока температура, можливість одночасного дотику до металевих елементів технологічного обладнання або металоконструкцій будинку та металевих корпусів електрообладнання).

У нормальному режимі роботи обладнання - можливість ураження працівників електричним струмом виключена. Але на випадок аварії для запобігання ураження струмом людей передбачене захисне заземлення. Згідно ПУЕ 1.7.65 допустимий опір заземлення повинен бути не більшим 10 Ом.

При виконанні монтажних робіт використовуються переносні електроінструменти (електродрилі, електрошліфувальні установки, тощо). Для забезпечення безпечної праці корпуси однофазних електроприймачів повинні занулюватись.

Захист людини від ураження електричним струмом в мережах з зануленням здійснюється тим, що при замиканні одної з фаз на занулений корпус в ланці цієї фази виникає струм короткого замикання, що діє на струмовий захист (плавкий запобіжник, автомат), в результаті чого відбувається відключення аварійної ділянки від мережі. Крім того, ще до спрацювання захисту струм

короткого викликає перерозподіл напруги в мережі, що приводить до зниження напруги корпусу відносно землі. Таким чином, занулення зменшує напругу дотику та обмежує час, на протязі якого людина, що доторкнулася до корпусу, може потрапити під дію напруги.

Для того, щоб забезпечити швидке (на протязі декількох секунд) відключення аварійної ділянки, струм короткого замикання повинен бути достатньо великим. Відповідно до вимог ПУЕ струм короткого замикання повинен не менше ніж в три рази перевищувати номінальний струм плавкої вставки найближчого запобіжника або номінальний струм нерегульованого розчеплювача автоматичного вимикача. При використанні автоматичних вимикачів, що мають тільки електромагнітний розчіплювач (відсічку), струм короткого замикання повинен перевищувати значення струму встановлення миттєвого спрацювання в 1,25-1,4 рази в залежності від номінального струму.

В однофазних електроприймачів, що включені між фазним та нульовим робочим проводами, занулення корпусів слід виконувати з допомогою окремого (третього) провідника, який повинен з'єднувати корпус електроприймача з нульовим захисним проводом. В таких випадках під'єднувати корпуси електроприймачів для забезпечення електробезпеки до нульового робочого проводу недопустимо, оскільки при його розриві (перегоранні запобіжника) всі під'єднані до нього корпуси виявляться під фазною напругою відносно землі.

В мережі з зануленням недопустимо використовувати заземлення окремих електроприймачів, не під'єднавши їх перед цим до нульового захисного провідника. В цьому випадку при замиканні фази на заземлений, але не приєднаний до нульового захисного провідника корпус створюється коло струму через заземлення цього корпусу та заземлення нейтралі джерела струму. Такий випадок небезпечний, оскільки засоби захисту не зможуть відключити такий електроприймач через мале значення струму і тому небезпечна напруга на всіх корпусах може зберігатися тривалий період, поки заземлений приймач не буде відключений вручну.

Важливо відмітити, що якщо занулений корпус одночасно заземлений, то це тільки покращує умови безпеки, оскільки забезпечує додаткове заземлення нульового захисного проводу.

Для ізоляції людини від частин електроустановок, що знаходяться під напругою, використовуються основні та допоміжні ізолюючі засоби, а саме слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками, коврики, ізолюючі підставки, тощо.

У приміщеннях, де знаходяться вимірювальні прилади, необхідно забезпечити виконання заходів по боротьбі з статичною електрикою (тобто прилади повинні бути заземлені). Найпростішим засобом є підтримка відносної вологості повітря на рівні 50 - 60 % за допомогою побутового електроволожувача.

Підлогу слід виконувати відповідно до ГОСТ 12.4.124-83, використовуючи антистатичне покриття на проходах і біля робочих місць.

Робітникам рекомендовано носити одягу з природних матеріалів або з комбінованих - природних і штучних волокон. Для зняття електростатичних зарядів з одягу слід використовувати антистатика побутового призначення.

Оскільки корпуси приладів виконані з металу, то для усунення небезпеки ураження людини електричним струмом (можливий пробій на корпус приладу) використовується захисне заземлення.

6.3 Розрахунок заземлення

Розрахуємо систему заземлення для електроустановки, яке працює від напруги 220 В.

$$R_{\text{ззз}} \leq \frac{U}{I_p} = \frac{220}{66} = 3.3 \leq 4 \text{ Ом}$$

Визначаємо опір ґрунту: $\rho = k_n * \rho_n = 2 * 200 = 400 \text{ Ом м}$,

де k_n - коефіцієнт підсилення;

ρ_n — питомий опір ґрунту (вибирається з довідкової літератури).

Визначаємо опір одиночного вертикального заземлювача:

$$R_B = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} * \frac{4t+1}{4t-1} \right)$$

де t - відстань від середини заземлювача до поверхні ґрунту, м;

l, d - довжина і діаметр стержня заземлювача, м;

$$R_B = 96 \text{ Ом.}$$

Визначаємо опір сталевій полосі, що з'єднує стержневі заземлювачі:

$$R_{II} = (\rho / 2\pi l) * \ln(l^2 / dt) = 61 \text{ Ом.}$$

Визначаємо орієнтовне число стержневих заземлювачів:

$$n = R_B / [r_B] \eta_B = 96 / 4 * 1 = 24 \text{ шт.};$$

r_B - допустимий по нормам опір заземлюючого пристрою,

η_B - коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів (для орієнтовного розрахунку приймається рівним 1).

Приймаємо розміщення вертикальних заземлювачів по контуру з відстанню між сталевими заземлювачами рівним 21. З довідкової літератури визначаємо $\eta_B = 0,66$ і $\eta_r = 0,39$.

Визначаємо необхідну кількість вертикальних заземлювачів

$$n = R_B / [r_B] \eta_B = 96 / (4 * 0,66) = 36$$

Розраховуємо загальний розрахунковий опір аземлюючого пристрою R з врахуванням з'єднувальної полоси

$$R = R_B R_{II} / (R_B \eta_r + R_{II} \eta_B) = 3,9 \text{ Ом.}$$

Розрахунок проведено правильно, оскільки виконується умова $R \leq [r_B]$.

Розрахунок штучного заземлення:

Приймаємо, що опір захисного заземлення не повинен перевищувати 4 Ом:

$$R_{33} = \frac{R_c R_n}{R_c + R_n} \leq 4 \text{ Ом}$$

де R_{33} – опір захисного заземлення;

R_c – опір стержневих заземлювачів;

R_n - опір поперечних заземлювачів.

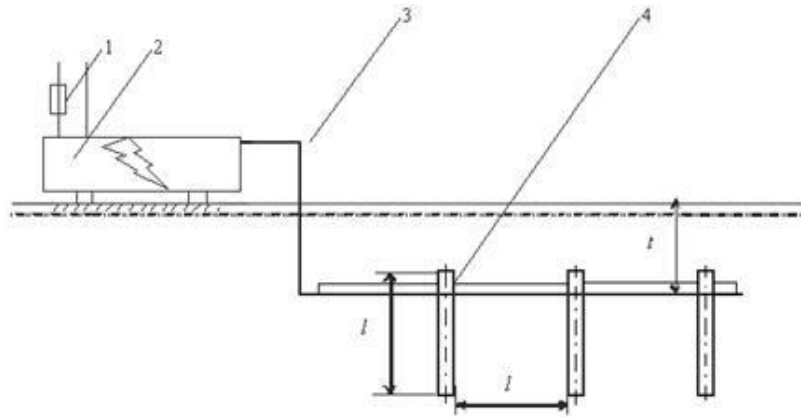


Рисунок 6.1 - Пристрій заземлення

4 – плавка вставка; 2 – електроустановка; 3 – з'єднувальна штаба; 4 – трубчатий заземлювач

Опір одиночного стержневого заземлювача розтіканню електричного струму:

$$R_{oc} = \frac{\rho_{\text{г}}}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \ln \frac{4h' + l}{4h' - l} \right)$$

де h – відстань від поверхні ґрунту до заземлювача і становить 0,8 м;

l – довжина стержневого заземлювача 3 м;

d – діаметр стержневого заземлювача 50 мм.

$$R_{oc} = \frac{750}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \ln \frac{4 \cdot 0,8 + 3}{4 \cdot 0,8 - 3} \right) = 39,8 \cdot (0,18 + 3,43) = 143,8 \text{ Ом}$$

Опір одиночного поперечного заземлювача:

$$R_{ок} = \frac{\rho_{\text{г}}}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{bh'}$$

де l – довжина поперечного заземлювача 2,5 м;

b – ширина полоси заземлювача 30 мм;

$\rho_{\text{г}}$ - розрахунковий опір ґрунту: для поперечних електродів 1000 Ом·м, для стержневих електродів 750 Ом·м.

$$R_{ок} = \frac{1000}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \ln \frac{2 \cdot 2,5^2}{0,03 \cdot 0,8} = 63,7 \cdot 6,25 = 398,1 \text{ Ом}$$

В наслідок взаємовпливу вводимо коефіцієнт використання заземлювачів:

$$\eta = \frac{R_0}{nR_0}$$

де R_0 – допустимий опір заземлення, що становить 4 Ом;

R_0 – опір одиночного заземлювача.

З цієї формули методом ітерацій підбирають n , при якому $\eta = 1$:

n	R_n	R_c	R_0	η
1	398,1	143,8	105,6	26,1
5	398,1	143,8	105,6	5,2
10	398,1	143,8	105,6	2,6
15	398,1	143,8	105,6	1,7
20	398,1	143,8	105,6	1,3
25	398,1	143,8	105,6	1,1
26	398,1	143,8	105,6	1,0
27	398,1	143,8	105,6	0,9

Отже приймаємо кількість одиночних заземлюючих електродів рівною 20.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

В результаті досліджень особливостей технологічного процесу автоматизованої системи контролю температурних показників ректифікаційної колони на основі мікропроцесорної системи I/A Series Foxboro існуючих технічних засобів автоматизації встановлено :

1) можливість їх модернізації на засадах впровадження сучасних мікропроцесорних засобів;

2) У відповідності з поставленою темою та призначенням, визначені параметри контролю, автоматичного регулювання та розроблена функціональна схема автоматизованого технологічного процесу;

3) Для забезпечення якості продукції досліджені динамічні характеристики об'єкта автоматизації (ректифікаційна колона К-379) , які служать основою для розробки оптимальної структури регулювання температури;

4) Для узгодження сигналів існуючих первинних вимірювальних перетворювачів та виконавчих механізмів розроблені структурні схеми каналів уводу – виведення аналогових, дискретних сигналів на базі інтелектуальної мікропроцесорної системи I/A Series Foxboro;

5) Розглянуто питання з охорони праці, та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Методичні рекомендації з виконання, оформлення та захисту кваліфікаційних робіт магістрів спеціальності 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / ТНТУ ім. І. Пулюя; уклад. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, В.В. Левицький, Р.І. Королюк – Тернопіль: ТНТУ, 2022. – 81 с.
2. Тотосько О.В. Введення в комп'ютерну графіку та дизайн : Навчальний посібник для студентів спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» / Укладачі : О.В. Тотосько, П.Д. Стухляк, А.Г. Микитишин, В.В. Левицький, Р.З. Золотий – Тернопіль : ФОП Паляниця В.А., 2023 – 304 с. ISBN 978-617-7875-60-3
3. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108с.
4. Микитишин А.Г., Митник, П.Д. Стухляк. Комплексна безпека інформаційних мережевих систем: навчальний посібник – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016. – 256 с.
5. Телекомунікаційні системи та мережі : навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Укладачі : Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 384 с.
6. Методичні вказівки для написання розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» в кваліфікаційних роботах здобувачів освітнього рівня „бакалавр”. Для студентів всіх форм навчання рівень вищої освіти перший (бакалаврський) / укл. : О. Я. Гурик , І. Б. Окіпний. – Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. - 20 с.
7. Сегментні клапани, що регулюють. Неліс-Джеймсбурі. Видання 8/92. - 14 с.

8. Електропневматичні позиціонери Неліс-Джеймсбурі. Видання 9/93. - 10 с
9. Пневматичні поршневі приводи серії В. Нелес-Джеймсбурі. Видання 9/93. - 8 с.
10. Каталог продукції фірми Siemens . 2004 152 с.
11. Навчальний курс Siemens Simatic S7. Програмування . Курс ST-7PRO1/ST-7PRO2. 458 с.
12. Стручок В.С. Навчальний посібник до написання розділу дипломного проекту та дипломної роботи "Безпека в надзвичайних ситуаціях" для студентів всіх спец. денної, заочної (дистанційної) та екстернатної форм навчання / В.С. Стручок, О.С. Стручок, Д.В. Мудра. - Тернопіль : ТНТУ, 2016. - 112 с.
13. Вовк Ю. Я. Охорона праці в галузі. Навчальний посібник / Ю. Я. Вовк, І. П. Вовк – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А. – 2015. – 172 с.