

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Інститут (факультет) Автоматизації і комп'ютерних систем
Кафедра Інтегрованих автоматизованих систем управління

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

Андрій ФОРСЮК
(підпис) (прізвище та ініціали)

« » 20 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Ярослав СМІТЮХ
(підпис) (прізвище та ініціали)

« » 20 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності Спец. 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Комп'ютерні технології та програмування в АСУ

на тему: Розробка підсистеми вентиляції для автоматизованої системи керування офісною будівлею.

Виконав: здобувач 2 курсу, групи 2-2м

Максименко Артем Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Романов Микола Сергійович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній роботі немає запозичень із праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Інтегрованих автоматизованих систем управління

Освітній ступінь Магістр

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

Освітньо-професійна програма Комп'ютерні технології та програмування в АСУ
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри _____

“ _____ ” _____ 20 _____ року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Максименко Артем Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка підсистеми вентиляції для автоматизованої системи керування офісною будівлею.

керівник роботи доцент, кандидат технічних наук Романов Микола Сергійович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ _____ ” _____ 20 _____ року № _____

2. Строк подання здобувачем роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Апаратурно-технологічна схема основного відділення. Організаційна, технічна та інформаційна структура існуючих ІАСУ та АСУТП. Вимоги до системи автоматизації, що проектується.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Титульний аркуш. Завдання на проектування. Анотація (державною, російською та англійською мовами). Зміст. Вступ 1.1 Аналіз структур існуючих автоматизованих систем керування як в Україні, так і в інших країнах. 1.2 Аналіз існуючих алгоритмів інтелектуального керування подібними процесами та підсистемами в цілому. 1.3 Питання горизонтальної (між підсистемами одного рівня) та вертикальної (підсистемами різного рівня) інтеграції механізмів інтелектуальної обробки даних. 1.4 Принципи вибору необхідних методів інтелектуальної обробки даних та керування. 1.4.1 Дослідження особливостей застосування нелінійних моделей керування. Розділ 2 – Загальносистемні рішення. 2.1 Загальний опис об'єкту та системи. 2.2. Розробка загальної ієрархічної моделі обладнання. 2.3 Схема функціональної структури. 2.4. Опис функцій, що автоматизуються (ПЗ). 2.5. Структурна схема комплексу технічних засобів. 2.6 Опис інформаційного забезпечення АСУТП виробництва та основного відділення. Розділ 3 – Розробка підсистеми управління технологічним процесом (обладнанням). 3.1. Схема автоматизації та специфікація приладів та засобів автоматизації польового рівня. 3.2. Схема компонування та специфікація модулів ПЛК та засобів RIO і PDS. 3.3 Схеми електричні принципові контурів вимірювання, управління та сигналізації. 3.4. Схеми з'єднань та підключень проводок промислових мереж. 3.5. Перелік вхідних сигналів та даних, перелік вихідних

сигналів та даних/документів. Розділ 4 – Спеціальне завдання. 4.1. Опис алгоритму. 4.2. Опис спеціального програмного забезпечення. 4.3 Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога. 4.4 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.

5. Перелік графічного матеріалу

1) Схема функціональної структури; 2) структурна схема КТС; 3) схема автоматизації; 4) схеми електричні принципи; 5) проектне компонування пункту управління зі схемою компонування ПЛК та RIO; 6) схеми з'єднань та підключень проводок мереж; 7) схема інформаційної структури ІАСУ; 8) зображення мнемосхем; 9) алгоритми та листинг програми їх реалізації.

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № | Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|---|--|-------------------------------|----------|
| | Розробка функціональної структури | 1-2 тиждень | |
| | Розробка комплексу технічних засобів | 3 тиждень | |
| | Розробка схеми автоматизації та вибір технічних засобів | 4 тиждень | |
| | Розробка принципів схем | 5 тиждень | |
| | Проектне компонування пункту управління зі схемою компонування ПЛК та засобів розподіленої периферії | 6 тиждень | |
| | Розробка схем з'єднань і підключень проводок мереж | 7 тиждень | |
| | Розробка інформаційного забезпечення | 8 тиждень | |
| | Розробка алгоритмів і програм для ПЛК | 9 тиждень | |
| | Розробка проекту SCADA/HMI | 10 тиждень | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Здобувач _____
(підпис)

Артем МАКСИМЕНКО
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Микола РОМАНОВ
(прізвище та ініціали)

Анотація

В даній кваліфікаційній роботі розроблений проект системи автоматизації вентиляції офісною будівлею.

В проекті розроблена документація на систему автоматизації, в склад якої входить: характеристика об'єкта автоматизації, схема автоматизації, принципові схеми регулювання, управління та сигналізації, відеокадри дисплейних мнемосхем оператора, проектне компонування пункту управління, схеми інформаційної та функціональної структури.

Система керування побудована на базі мікропроцесорного контролера Schneider Electric. Моніторинг та керування технологічним процесом у вигляді SCADA/HMI систем реалізований на базі програмного забезпечення Vijeo Citect.

Ключові слова: вентиляція, система автоматизації, схема регулювання, система керування, SCADA/HMI.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота. Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 4 |

Annotation

In this qualification work, the project of the ventilation automation system of the office building was developed.

The project developed documentation automation system, in which includes: description of automation, automation scheme, schematic diagrams regulation, control and alarm systems, video frames display mimics the operator, project layout point management circuit information and functional structure.

The control system is based on microprocessor controller Schneider Electric. Monitoring and process control as SCADA / HMI systems implemented based software Vijeo Citect.

Keywords: ventilation, automation system, regulation scheme, control system, SCADA/HMI.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота. Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології"</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 5 |

Зміст

| | |
|---|----|
| Розділ 1 – Аналітичний огляд літератури та мета магістерської роботи | 9 |
| 1.1 Аналіз структур існуючих автоматизованих систем керування систем вентиляції | 9 |
| 1.2 Огляд обладнання для систем вентиляції | 15 |
| 1.3 Огляд методів керування та функції системи автоматизації | 22 |
| 1.4 Питання горизонтальної (між підсистемами одного рівня) та вертикальної (підсистемами різного рівня) інтеграції | 33 |
| 1.5 Принцип виділення об'єктів обладнання згідно стандартів ISA-88/95/106.. | 34 |
| 1.6 Аналіз існуючих методів аналізу ключових показників ефективності (KPI) саме для цього типу об'єктів | 35 |
| Розділ 2 – Загальносистемні рішення | 38 |
| 2.1 Розробка загальної моделі ієрархії обладнання | 38 |
| 2.2 Функціональна структура АСУ виробництвом пива | 40 |
| 2.3. Опис функцій, що автоматизуються (ПЗ) | 42 |
| 2.4. Структурна схема комплексу технічних засобів. | 43 |
| 2.5 Опис інформаційного забезпечення АСУТП виробництва та основного відділення | 44 |
| 2.5.1. Масиви вхідних/вихідних даних для ПЛК 1го поверху | 46 |
| Розділ 3 – Розробка підсистеми управління технологічним процесом | 49 |
| 3.1. Схема автоматизації та специфікація приладів та засобів автоматизації польового рівня | 49 |
| 3.2. Схема компонування та специфікація модулів ПЛК та засобів RIO і PDS . | 52 |
| 3.3 Схеми електричні принципові контурів вимірювання, управління та сигналізації | 56 |
| 3.4. Схеми з'єднань та підключень проводок промислових мереж | 61 |
| Розділ 4 – Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК) | 62 |
| 4.1. Опис алгоритму роботи програми | 62 |
| 4.2. Опис спеціального програмного забезпечення | 63 |
| 4.3 Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога | 65 |
| Висновки | 70 |
| Бібліографічний список | 71 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|-----------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота. Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | Арк. 6 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Вступ

Вентиляція – процес видалення повітря з приміщення і заміна його свіжим, обробленим повітрям. Вентиляція – необхідна складова здорового мікроклімату в оселі, адже без необхідного об'єму свіжого повітря ми зіштовхнемось із погіршенням працездатності, самопочуття та здоров'я. Також вентиляція створює умови повітряного середовища, що відповідають вимогам технологічного процесу, збереження устаткування і будівельних конструкцій будівлі, зберігання матеріалів, продуктів, книг, картин і т. д.

Будь-який промисловий, виробничий або інший комерційний об'єкт потребує сучасної промислової припливно-витяжної вентиляції і кондиціонування. І на кожному етапі будівництва має приділятися підвищена увага економічності, ефективності і працездатності таких систем. Якщо побутові системи вентиляції повинні бути економічними і тихими, то для промислових систем в пріоритет ставиться надійність. Буде неприємно зупиняти робочий процес через несправність будь-якого елемента системи вентиляції промислових цехів. Тому в наш час, при рості цін на енергоресурси, актуальність систем мікроклімату приміщень є дуже важливою.

Вимоги до систем вентиляції встановлюються державними санітарно-гігієнічними нормами, будівельними нормами, а також вимогами технологічних процесів. Залежно від типу та призначення приміщення, ці вимоги регламентують продуктивність вентиляції, гранично допустиму концентрацію шкідливих речовин в приміщеннях, температуру та вологість повітря, рівень шуму, що генерується чи передається вентиляційною системою, швидкість потоку повітря у повітропроводах та інші параметри.

Ефективна та економічна робота вентиляційної системи досягається в першу чергу за рахунок сучасної системи автоматики та управління системою. Будь-яка система вентиляції є багатомірним об'єктом з великою кількістю зв'язків. Лише з сучасною АСУ працюючою за оптимальними алгоритмами можна задовольнити умовам безпеки, ефективності, надійності та економічності 10

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота. Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 7 |

при роботі такої системи. Також, сучасні системи автоматики мають зручний інтерфейс керування.

В даній кваліфікаційній роботі представлена адаптивна система припливно-витяжної вентиляції із рециркуляцією приміщення з площею 900 м².

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота.</i> <i>Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології"</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 8 |

В механічних системах вентиляції використовується обладнання та прилади (вентилятори, електродвигуни, повітронагрівачі, фільтри, автоматика, тощо), що дозволяє переміщувати повітря на значні відстані і в потрібних напрямках. Витрати електроенергії на роботу такої системи можуть бути досить великими. Такі системи можуть подавати або витягувати повітря із локальних зон приміщення в потрібній кількості, незалежно від умов зовнішнього середовища. При необхідності, повітря обробляють необхідним чином (фільтрують, нагрівають, охолоджують, зволожують, іонізують, тощо), що майже неможливо в системах природної вентиляції.

Слід зауважити, що на практиці часто передбачають так названу «змішану вентиляцію». Тобто одночасно і природну і штучну (механічну) системи. В кожному окремому проекті визначається який тип вентиляції буде найкращим в санітарно-гігієнічному відношенні, а також технічно та економічно раціональним.

Механічна вентиляція буває припливною, витяжною та припливно-витяжною. В свою чергу припливно-витяжні системи поділяють на системи з окремим припливним та витяжним каналами, з рециркуляцією повітря та з рекуперацією повітря.

В системах вентиляції, метою автоматизації управління є досягнення стабільності певного параметру. Так як витрата повітря як правило не змінюється з часом, то регульованими параметрами можуть бути лише теплофізичні властивості повітря – температура або вологість. Розглянемо методи керування системами вентиляцій на прикладах:

1. Припливна система вентиляції

Припливні системи вентиляції слугують для подачі у приміщення чистого повітря. Повітря що подається в приміщення, в необхідних випадках фільтрується, нагрівається або охолоджується, зволожується та ін. Ієрархічна

трирівнева структура АСУ ТП

Найчастіше розподілені АСУ ТП мають трирівневу структуру. Приклад

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота. Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

структурної схеми комплексу технічних засобів такої системи наведено на малюнку 1.1.

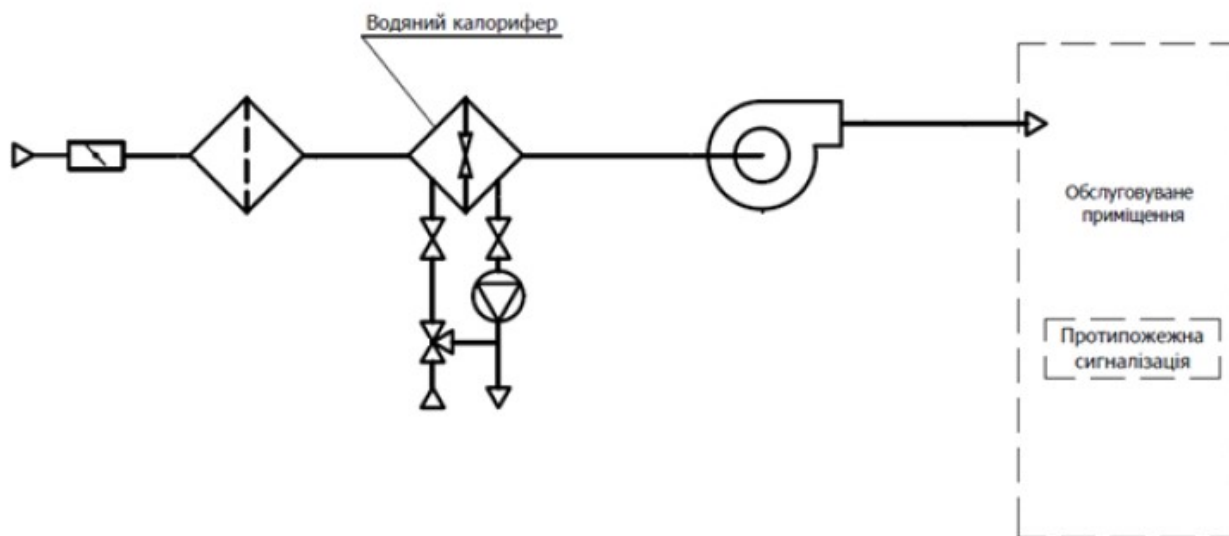


Рис. 1.1 Припливна система вентиляції

Основними елементами системи є: водяний калорифер, вентилятор, повітряна заслінка та фільтр. В даній системі регулювання температури в приміщенні відбувається за допомогою водяного калорифера та вентилятора за датчиком температури припливного повітря. Перехід між режимами зима-літо відбувається в ручному або автоматичному режимі в залежності від температури зовнішнього повітря. В більшості сучасних установок температура переходу зима-літо вважається 10°C . Датчик температури зворотної води водяного калорифера слугує для підтримання температури зворотної води за допомогою роботи змішувального вузла в черговому режимі. Забруднення фільтра припливного каналу визначається за допомогою реле перепаду тиску.

2. Витяжна система вентиляції

Витяжна вентиляція видаляє з приміщення (цеху, корпусу) або його локальної зони забруднене відпрацьоване повітря.

Витяжна система вентиляції зображена на рис. 1.2.



Рис. 1.2 Витяжна система вентиляції

Основними елементами системи є: вентилятор та заслінка. Регулювання відбувається за допомогою витяжного вентилятору.

3. Припливно витяжна система вентиляції

Припливно-витяжна система вентиляції здатна забезпечити як подачу, так і забір повітря з приміщення, при цьому, залежно від кількості припливного та витяжного повітря у приміщенні, може виникати як надлишковий тиск, так і розрідження. Система зображена на рис. 1.3.

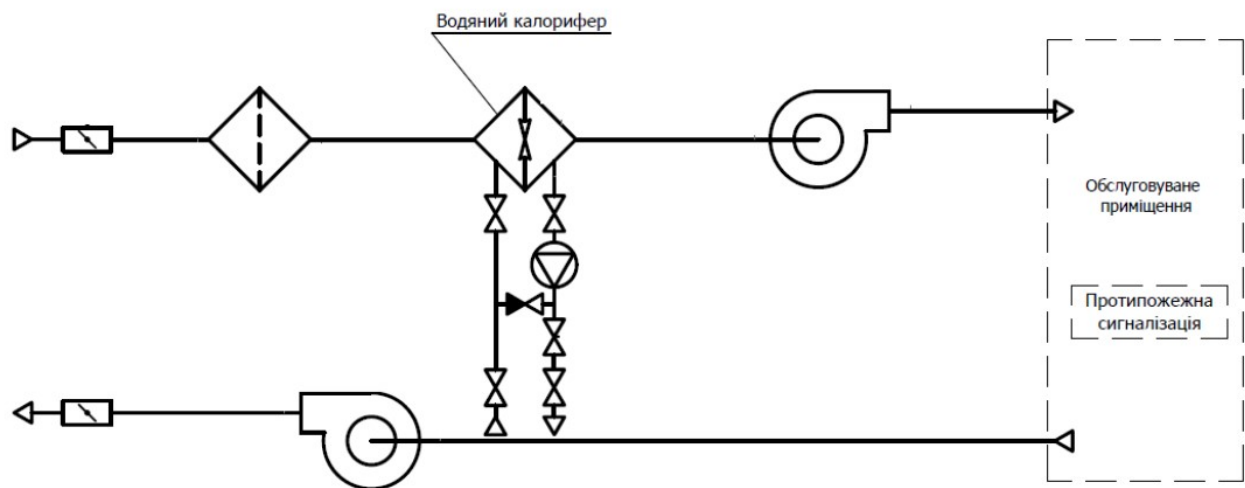


Рис. 1.3 Припливно-витяжна система вентиляції

Основними елементами системи є: водяний калорифер, вентилятори, заслінки та фільтр. Регулювання температури повітря в приміщенні аналогічне

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

припливній вентиляції. Витяжний вентилятор в даній системі керується одним аналоговим входом з припливним, але вентилятори мають окремі пуски.

4. Припливно-витяжна система вентиляції із рециркуляцією

Припливно-витяжна система вентиляції із рециркуляцією зображена на рис. 1.4.

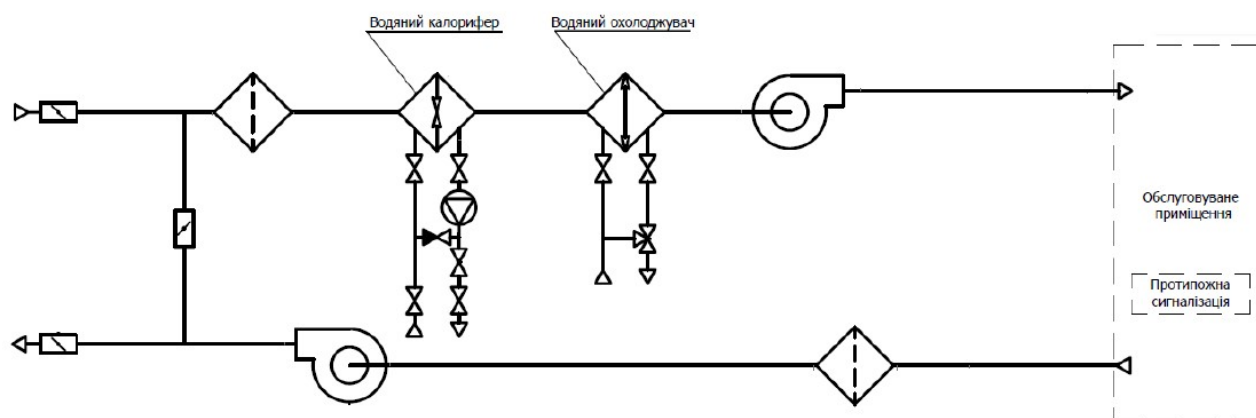


Рис. 1.4 Припливно-витяжна система вентиляції із рециркуляцією

Основними елементами системи є: водяний калорифер, водяний охолоджувач, вентилятори, повітряні заслінки та фільтри.

Рециркуляція використовується для підтримки температури в припливному каналі шляхом підмішування витяжного (теплого/холодного) повітря до припливного повітря (холодного/теплого). Недоліком такої системи є збільшення концентрації CO₂ для житлових приміщень та збільшення вологості. Тому системи вентиляції з рециркуляцією частіше за все використовуються для вентиляції промислових будівель.

5. Припливно-витяжна система вентиляції із рекуператором

Рекуперація тепла – процес передачі теплоти відпрацьованого повітря для припливного (зовнішнього). Припливно-витяжна система вентиляції із рекуператором зображена на рис. 1.5.

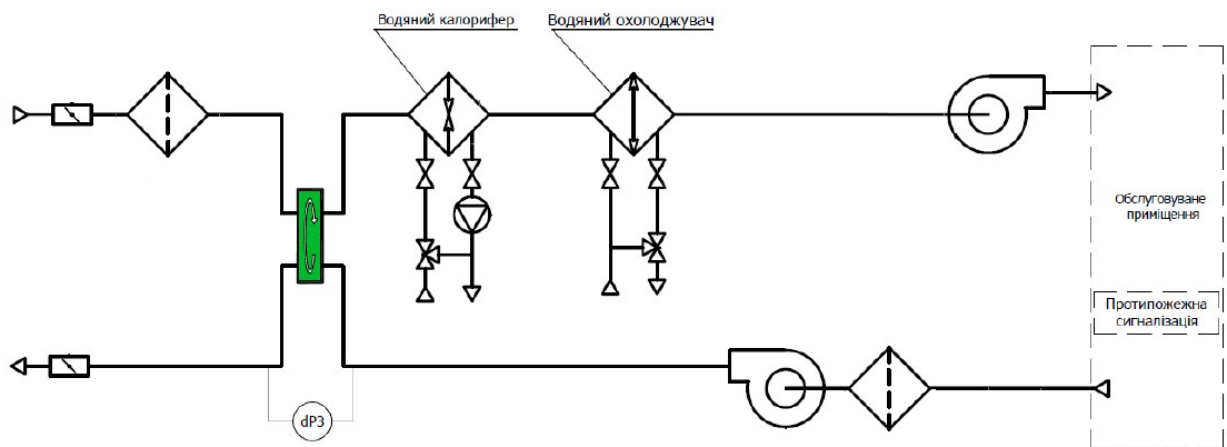


Рис. 1.5 Припливно-витяжна система вентиляції із рекуператором

Основними елементами системи є: водяний калорифер, водяний охолоджувач, вентилятори, повітряні заслінки, роторний рекуператор та фільтри.

Припливне повітря отримує (віддає) теплову енергію у витяжний канал через рекуператор, що обертається за допомогою роторного двигуна, яким керує частотний перетворювач.

В загальному випадку, в приміщеннях передбачають як припливні так і витяжні системи. Їх потужність повинна бути збалансована з врахуванням можливостей подачі або витягування повітря з суміжних приміщень. Також, може бути передбачена тільки припливна або тільки витяжна вентиляція. В цьому випадку, повітря потрапляє в приміщення із зовнішнього середовища, або перетікає із суміжних приміщень через передбачені для цього отвори.

Будь-який тип вентиляційної системи може бути локальним або застосовуватись для всього приміщення (загально-обмінна вентиляція).

Також такі системи вентиляції як з рекуператором або рециркуляцією дозволяють досягнути до 95% ефективності. Показником інтенсивності повітрообміну в системах вентиляції є кратність повітрообміну: відношення об'єму припливного або витяжного повітря до об'єму приміщення. Нормовані кратності повітрообміну зазначені у державних будівельних нормах (ДБН) і досягнути таких показників допоможе винятково механічна вентиляція.

1.2 Огляд обладнання для систем вентиляції

До обладнання систем вентиляції відносять різноманітне устаткування та установки, що приймають участь у процесі підготовки, обробки або переміщення повітряних мас. Таким устаткуванням є повітропроводи, заслінки, нагнітачі повітря (вентилятори), підігрівачі, охолоджувачі, зволожувачі та осушувачі повітря.

Розглянемо основне обладнання систем вентиляції:

1. Водяний калорифер представляє собою сталений трубчастий теплообмінник, де проходить гаряча вода з системи опалення будівлі.

Функції водяного калориферу:

- автоматичне підтримання заданої температури зворотної води в черговому режимі;
- автоматичне підтримання дозволеної тепломережею границі температури зворотної води;
- автоматичний контроль і запобігання небезпеки обмерзання калорифера шляхом аналізу температури зворотної води в каналі. Також контролюється сигнал капілярного термостату;
- можливість відключення контролю замерзання по температурі каналу в черговому режимі і в перший час після включення вентилятору (функція продувки каналу);
- керування циркуляційним насосом.

| | | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|----|------|
| | | | | | | | | | | 15 | Арк. |
| | | | | | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | | |

При переході з режиму «Викл» в режим «Робота», починається прогрів калорифера до температури зворотної води, визначеною графіком прогріву або статичною уставкою (режим «Прогрів»). Після прогріву і запуску починається регулювання температури повітря в припливному каналі по ПІ-закону регулювання. Циркуляційний насос працює завжди, коли працює водяний калорифер.

2. Електрокалорифери застосовують для нагріву повітря в системах опалення та вентиляції повітря в різних приміщеннях. В системах вентиляції електрокалорифери призначені для підігріву припливного повітря.

Корпус і комутаційна коробка виготовлені з оцинкованого сталевих листа, нагрівальні елементи - з нержавіючої сталі. Для герметичного з'єднання з повітроводами нагрівачі забезпечені гумовими ущільнювачами. Контакти термостатів виводяться на окремі клеми для зовнішнього підключення.

Агрегати з електричним нагрівачем стандартно комплектуються захисними термодоконтактами. Також є захист електричного калорифера від короткого замикання, здійснювана плавкими запобіжниками.

Принцип дії системи захисту електрокалорифера наступний: при виникненні загрози перегріву відбувається відключенням електрокалорифера і припливного вентилятора, з попередніми зніманням тепла.

Для кожного типорозміру існує кілька варіантів потужності. Більшої потужності можна досягти за допомогою установки нагрівачів послідовно один за одним. Всі трифазні нагрівачі з'єднуються між собою за схемою «зірка».

3. Водяні охолоджувачі призначені для охолодження припливного повітря в припливних або припливно-витяжних установках. Корпус виконаний з оцинкованої листової сталі, трубні колектори виготовлені з мідних труб, поверхня теплообміну – з алюмінієвих пластин. Охолоджувач обладнаний каплеуловлювачем і дренажним піддоном для збору і відводу конденсату.

4. Фреоновий охолоджувач (повітроохолоджувачі з прямим випарним

Арк.

Кваліфікаційна робота.
Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології"

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
|------|------|----------|--------|------|

охолодженням) призначені для охолодження припливного повітря в припливних системах вентиляції або припливно-витяжних установках. Корпус охолоджувача виконаний з оцинкованої листової сталі, трубні колектори виготовлені з мідних труб, поверхня теплообміну - з алюмінієвих пластин. Охолоджувачі призначені для експлуатації з холодоагентами R123, R134a, R152a, R404a, R407c, R410A, R507, R12, R22. Охолоджувач обладнаний каплеуловлювачем і дренажним піддоном для збору і відводу конденсату.

5. Вентилятори забезпечують подачу свіжого повітря з вулиці в приміщення і викид відпрацьованого повітря за межі приміщення. В склад установки входить пристрій плавного керування обертами вентилятора – частотний перетворювач. Завдяки йому є можливість плавної зупинки і розгону вентиляторів.

Контролер керує частотним перетворювачем двома виходами: дискретним та аналоговим. Дискретних вихід контролера за допомогою контактора подає живлення на ПЧ в звичайному стані і відключає ПЧ від мережі при аварії вентилятора. Дану функцію можна не використовувати при наявності внутрішніх захисних ланцюгів в ПЧ. Аналоговим виходом контролер задає частоту обертання вентилятора. При цьому в ПЧ повинна бути задіяна функція «автоматичної зупинки» (при завданні частоти менше 5 Гц ПЧ входить в стан «зупинки»).

6. Роторний рекуператор являє собою короткий циліндр, начинений розташованими вздовж і щільно упакованими шарами гофрованої сталі. Такий ротор розташовується в осьовому напрямку припливно-витяжної установки. Обертаючись, барабан регенератора спочатку пропускає через себе тепле витяжне, потім холодне припливне повітря. Пластини по черзі нагріваються й охолоджуються, віддаючи тепло вхідному холодному повітрю, безперервно підігріваючи його. Такий тип теплоутилізатора є найбільш ефективним, то в той же час доволі громіздким. Тому такі установки застосовують найчастіше на великих об'єктах, де є можливість розташувати припливно-витяжну систему в

Дрк.

Кваліфікаційна робота.
Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології"

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

просторій вентиляційній камері.

Для управління роторним рекуператором реалізовані наступні функції:

- Визначення доцільності включення рекуператора;
- Рекуперація тепла і холоду;
- Захист від обмерзання робочого колеса;
- Плавна зміна числа обертів приводу рекуператора для досягнення найбільшого ККД його роботи;
- Періодичний поворот робочого колеса вимкненого з роботи рекуператора.

Рекуператор включається в роботу, якщо виконані всі наступні умови:

- В даний час року дозволена робота рекуператора;
- Температура зовнішнього повітря нижче уставки, і температура в приміщенні вище температури зовнішнього повітря або температура зовнішнього повітря вище уставки, і температура в приміщенні нижче температури зовнішнього повітря;
- Різниця температур зовнішнього повітря і повітря в приміщенні більше $2^{\circ}C$.

Якщо ці умови виконані, рекуператор включається в роботу.
Продуктивність регулюється відповідно до завдання від регулятора.

Рекуператор вимикається з роботи, якщо виконано одну з таких умов:

- Змінилася пора року, і робота рекуператора в цю пору року заборонена;
- Температура зовнішнього повітря вище уставки, і температура в приміщенні вище температури зовнішнього повітря або температура

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---|--------------|
| | | | | | <p><i>Кваліфікаційна робота.</i> <i>Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології"</i></p> | <p>18рк.</p> |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

зовнішнього повітря нижче уставки, і температура в приміщенні нижче температури зовнішнього повітря;

- Різниця температур зовнішнього повітря і повітря в приміщенні менше 2 °С;
- Рекуператор аварійно зупинений через занадто великого падіння тиску на ньому;
- Рекуператор аварійно зупинений через падіння температури в витяжному каналі.

Крім регулятора температури припливного повітря на рекуператор також впливає і температура витяжки. При зниженні температури повітря у витяжному каналі нижче заданої в уставки «Твит, норма» виникає небезпека обмерзання робочого колеса, тому управління перехоплюється обмежувальним регулятором, який буде знижувати продуктивність рекуператора до того моменту, поки температура витяжки не стабілізується на заданій відмітці.

Якщо робота рекуператора не потрібна або неможлива, то контролер буде здійснювати щоденний оберт робочого колеса для його очищення. У разі аварійного стану рекуператора оберт не проводиться.

Роторний рекуператор може ініціювати дві аварії:

- обмерзання робочого колеса - спрацює при падінні температури витяжки нижче 0 ° С. Рекуператор зупиняється, його робота поновлюється, коли температура витяжки стане вище аварійної. У журнал заноситься запис «обмерзнув. рекуператора»
- Захист двигуна - при цьому контроль електричних параметрів електродвигуна здійснюється вбудованими функціями самого частотного перетворювача. У журнал заноситься запис «Аварія рекуператора», рекуператор відключається.

Обидві аварії зупиняють лише рекуператор, не зачіпаючи роботи інших

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | |

частин вентустановки, вентилятори та інші виконавчі пристрої продовжують працювати в штатному режимі.

7. Рециркуляція (камера змішування) дозволяє підмішувати витяжної повітря до припливному в разі, якщо сумарної потужності нагрівальних приладів не вистачає для досягнення уставки. Для управління заслінкою реалізації реалізовані наступні функції:

- Плавне регулювання підмішування витяжного повітря;
- Обмеження максимального підмішування повітря.

Коли вентиляційна установка зупинена, заслінка рециркуляції повністю відкрита. При відкритті заслінки припливного повітря заслінка рециркуляції закривається. Мінімальний і максимальний кут відкриття заслінки рециркуляції визначається санітарно-гігієнічними нормами. Системи з рециркуляцією застосовуються тільки якщо повітря, що надходить з приміщення не містить шкідливих речовин та токсичних домішок.

8. Повітряні клапани запобігають потраплянню в приміщення зовнішнього повітря при вимкненій системі вентиляції. Повітряні клапани особливо необхідні взимку, оскільки без них в приміщення буде потрапляти холодне повітря і сніг. Клапани працюють з електроприводом, що дозволяє автоматично відкривати їх при ввімкненні вентиляторів та закривати при вимкненні.

9. Повітряні фільтри застосовуються для очищення припливного, а в ряді випадків і витяжного повітря в системах вентиляції і кондиціонування. Служать для захисту повітропроводів, теплообмінників, вентиляторів, приладів автоматики та іншого вентиляційного обладнання від запилення, комах та інших не бажаних домішок. Зводять до мінімуму забруднення стін і стель близько повітророзподільних пристроїв. Фільтри грубої очистки можуть застосовуватися в якості першого ступеня очищення перед більш ефективними фільтрами. Фільтри необхідно періодично очищати від бруду та пилу, зазвичай не рідше одного разу на місяць.

| | | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | | |

1.3 Огляд методів керування та функції системи автоматизації

Для термообробки припливного повітря у системах вентиляції використовують калорифер, або калорифер та охолоджувач. В системах вентиляції калорифери можуть бути водяними, або електричними, а охолоджувачі водяними, або фреоновими. Для невеликих вентиляційних установок вигідніше використовувати електричні калорифери, оскільки установка такої системи вимагає менших затрат [3]. Для об'єктів понад 700м² використовують водяний калорифер оскільки витрати на електроенергію виявляться дуже великими. Структурну схему водяного калорифера інтегрованого в систему вентиляції зображено на рис 1.6.

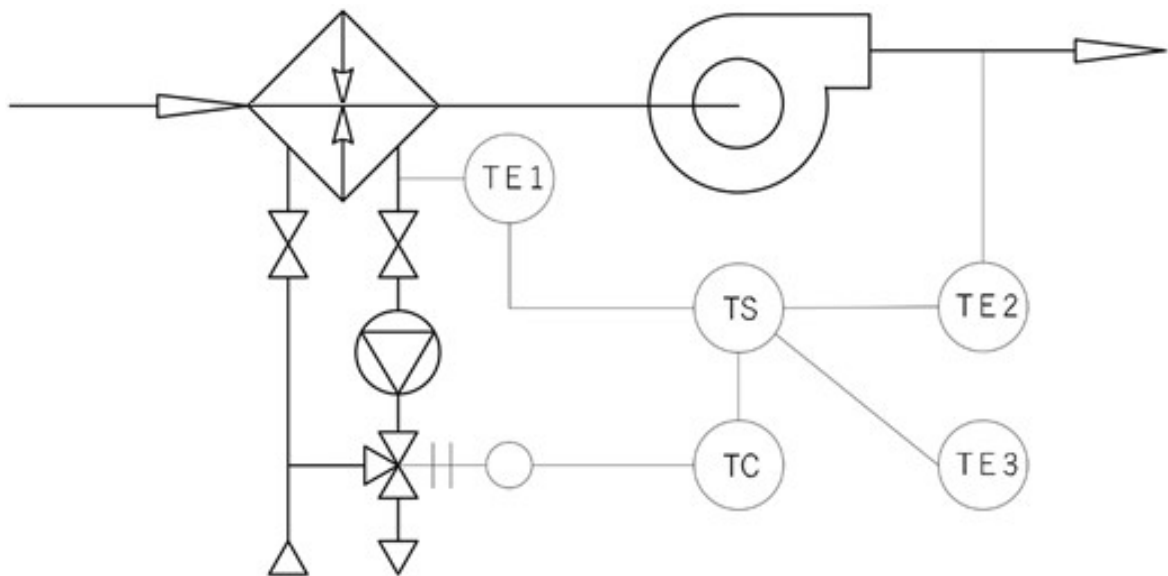


Рис. 1.6 САР температури припливного повітря з водяним калорифером

Для регулювання температури припливного повітря за допомогою водяного калорифера, вимірюється температура повітря після нагнітаючого вентилятора (TE2), сигнал від датчика подається на регулятор температури ТС, що керує приводом триходового клапану. У труби водяного калорифера подається гаряча вода, що передає тепло повітря, яке проходить через калорифер. При зміні положення триходового клапану вода, що циркулює в системі калорифера частково скидається в мережу, а на її місце приходить нова гаряча вода. Такий спосіб регулювання дозволяє підігрівати припливне повітря

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | 22 |
| | | | | | | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

до необхідної температури. Для захисту калориферу від замерзання контролюється температура зворотного теплоносія калорифера за допомогою датчика температури TE1. Перемикач режиму роботи калорифера (TS) потрібний для випадку коли калорифер не використовується, а температура навколишнього середовища, що вимірюється датчиком TE3 достатньо низька для замерзання калорифера. Тоді регулятор працює в черговому режимі і слідкує лише за температурою зворотного теплоносія калорифера. Також можливе використання водяного калорифера за схемою з обвідним каналом, що зображена на рис 1.7.

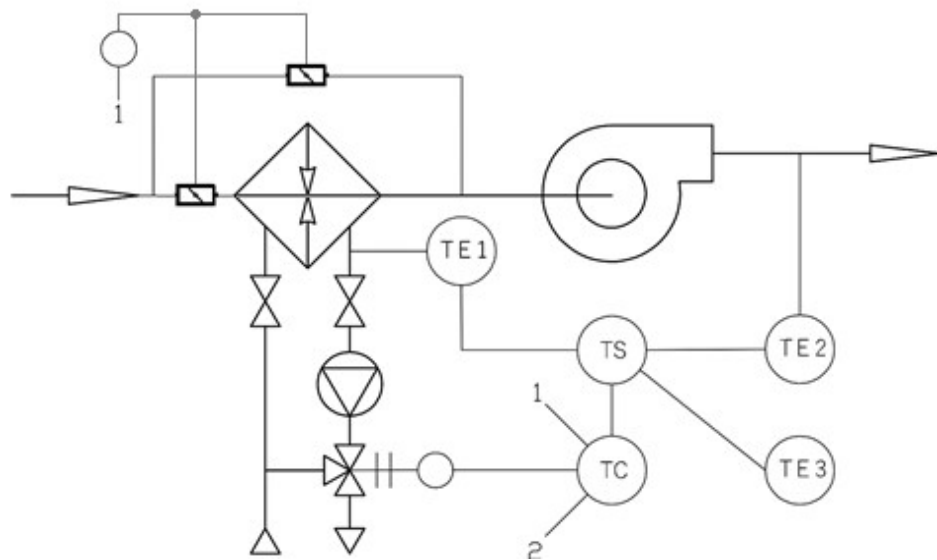


Рис. 1.7 САР температури припливного повітря з обвідним каналом калорифера

Відмінність від звичайної схеми з водяним калорифером полягає в тому, що за допомогою регулюючих заслінок, регулятор температури TC змінює кількість припливного повітря, що проходить через калорифер. Таким чином калорифер може працювати на оптимальному режимі, а температура припливного повітря відповідатиме бажаній.

Крім водяних, в системах вентиляції також використовуються електричні калорифери, що зображено на рис. 1.8. Вони володіють рядом переваг в порівнянні з водяними і потребують менших пусково-налагоджувальних та експлуатаційних витрат. Однак враховуючи ціни на електроенергію і

| | | | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|--|----|------|
| | | | | | | | | | | | 23 | Арк. |
| | | | | | | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | | | |

залежність від належного електрозабезпечення використовуються лише для об'єктів з малою, та рідше, середньою квадратурою.

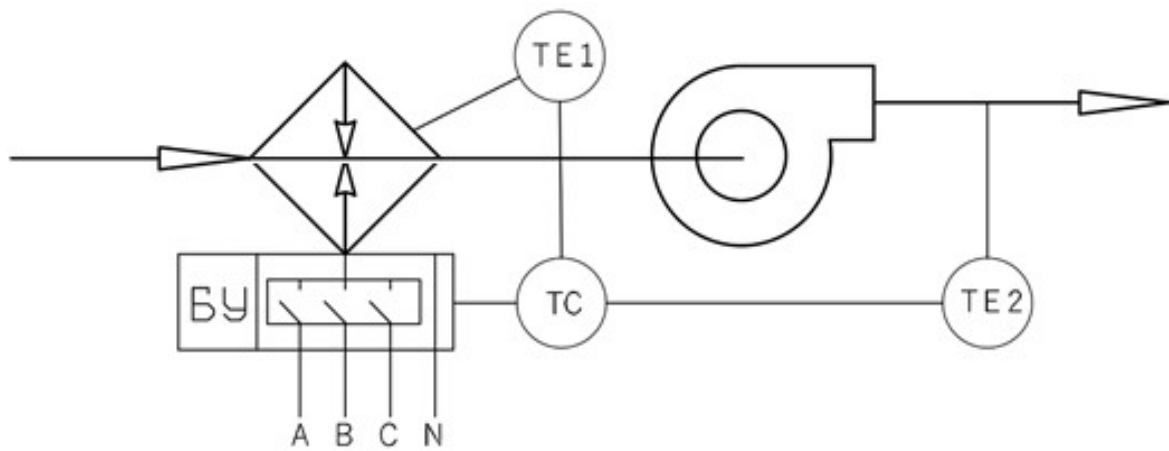


Рис. 1.8 САР температури припливного повітря з електричним калорифером.

При регулюванні температури припливного повітря за допомогою електричного калорифера вимірюється температура повітря після нагнітаючого вентилятора (TE2), сигнал від датчика подається на регулятор температури ТС, що керує блоком управління (БУ) електричного калорифера. Електричний калорифер може бути підключений зіркою або трикутником. Регулювання може бути дискретним, неперервним або комбінованим. Підключення електричного калорифера за схемою зірка наведено на рис. 1.9.

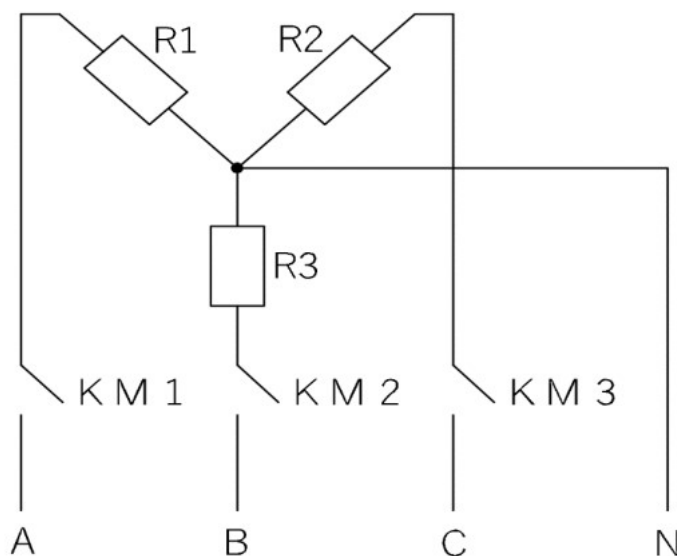


Рис. 1.9 Підключення електричного калорифера за схемою зірка

При такому підключенні електричного калорифера передбачається трьох позиційне регулювання за умови, що ТЕНи (R1, R2, R3) споживають однакову потужність і восьми позиційне, якщо ТЕНи споживають різну потужність. Таким чином замикаючи ключі (KM1, KM2, KM3) можна змінювати величину нагріву припливного повітря.

Для об'єктів, що розташовані в зонах низьких температур, або об'єктів, що потребують великої витрати припливного повітря, в системах вентиляції можуть використовуватись одночасно пара калориферів – два водяних, два електричних, або водяний і електричний. Структурну схему для першого випадку наведено на рис. 1.10.

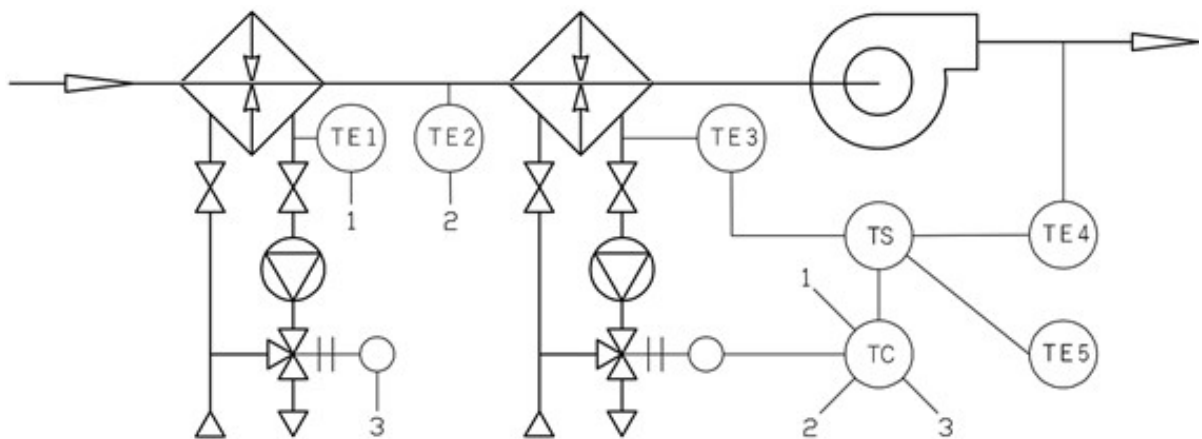


Рис. 1.10 САР температури припливного повітря з двома водяними калориферами

За допомогою датчика температури зовнішнього повітря TE5, перемикач TS встановлює режим роботи калориферів: якщо нагрівати припливного повітря не потрібно то калорифери працюють в черговому режимі; при низьких температурах зовнішнього повітря навантаження на калорифери розподіляється і перший калорифер працює на нагрів, а другий на догрів вже до потрібної температури. Крім цього за допомогою датчиків TE1 і TE3 постійно контролюється температура зворотного теплоносія обох калориферів для їх захисту від замерзання.

Припливне повітря потрібно як нагрівати, так і охолоджувати. Тому в системах вентиляції використовують водяні, або фреонові охолоджувачі разом

з водяними або електрокалориферами. Слід зазначити, що їх кількість може бути різною залежно від потрібної холодильної потужності установки. Розглянемо рис. 1.11, в даному випадку використовується електричний калорифер і фреоновий охолоджувач.

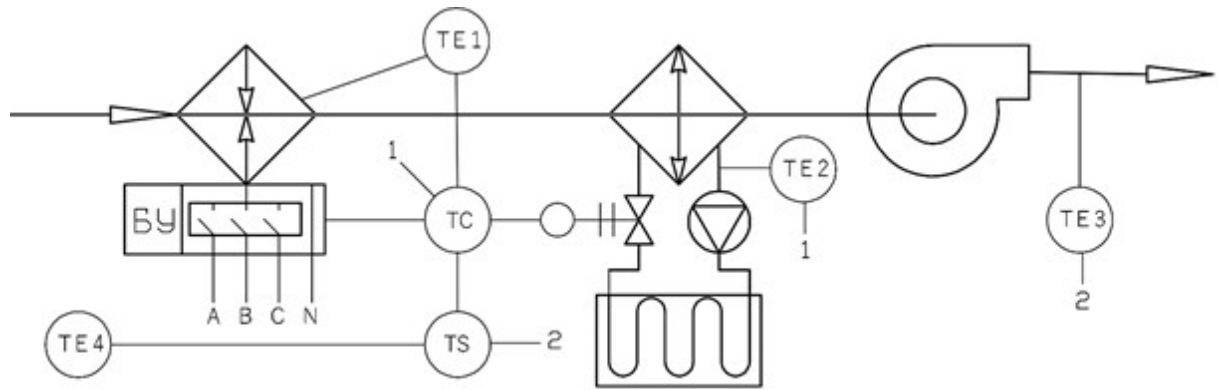


Рис. 1.11 САР температури припливного повітря з електричним калорифером і фреоновим охолоджувачем

За допомогою датчиків температури зовнішнього повітря ТЕ4 і температури повітря в повітропроводі ТЕ3, перемикач ТS встановлює потрібний режим роботи - на нагрів, на охолодження, або вимкнено. Відповідно регулятор температури ТС керує електричним калорифером, або фреоновим охолоджувачем. Принцип роботи системи вентиляції із електричним калорифером було розглянуто раніше на рисунку 1.8. Одними з головних елементів фреонового охолоджувача є терморегулюючий клапан, що слугує для регулювання витрати рідкого холодоагенту. Це потрібно для того, щоб заповнити теплообмінник такою кількістю рідкого фреону, при якій, за час проходження через трубки теплообмінника, він міг би повністю випаруватись і не потрапив в компресор у рідкому стані. За допомогою датчику температури ТЕ2 вимірюється температура перегріву фреону на виході з випарника і на основі цієї інформації регулятор керує терморегулюючим клапаном змінюючи витрату рідкого фреону в випарник. Фреоновий охолоджувач розраховується на певний сталий перепад температури на випарнику залежно від середньої температури зовнішнього повітря в теплу пору року і потрібної температури повітря в повітропроводі. Зрозуміло, що температура протягом робочого дня не завжди

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|---------|
| | | | | | | 20 арк. |
| | | | | | Кваліфікаційна робота. Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

буде відповідати середній, а оскільки перепад температури на випарнику сталий, повітря буде переохолоджуватись, або охолоджуватись занадто. Для вирішення проблеми переохолодження можуть використовуватись на ступні рішення:

1) повітря, за допомогою калорифера, можна нагрівати перед охолоджувачем до необхідної температури, щоб після сталого перепаду температури на охолоджувачі отримати на виході з нагнітаючого вентилятора повітря заданої температури. Такій спосіб охолодження припливного повітря забезпечує стабільну роботу охолоджувача в оптимальному режимі та дозволяє швидко та якісно отримати повітря потрібної температури, однак потребує додаткових енергетичних витрат, що ростуть зі збільшенням різниці текучої і розрахункової температур;

2) використання обвідного каналу, як у випадку із водним калорифером на рисунку 1.7. Таким чином регулюючи положення обвідних клапанів можна змінювати співвідношення теплого (припливне повітря з вулиці) і холодного (повітря після випарника) повітря, при цьому нічого гріти додатково не потрібно, а охолоджувач так само працює в оптимальному режимі.

Для вирішення проблеми недостатнього охолодження існують наступні рішення:

1) зміна співвідношення свіжого і зворотного повітря в системах з рециркуляцію, що приводить до зменшення якості припливного повітря;

2) розрахунок охолоджувача на перепад температури, що забезпечить потрібну температуру припливного повітря навіть дуже теплі дні. Проте в такому випадку при зменшенні температури навколишнього повітря буде рости величина переохолодження припливного повітря;

3) використання двох охолоджувачів з різними, або однаковими холодильними потужностями показані на рис. 1.12.

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--------|
| | | | | | | Кваліфікаційна робота. | 2 Арк. |
| | | | | | | Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | |

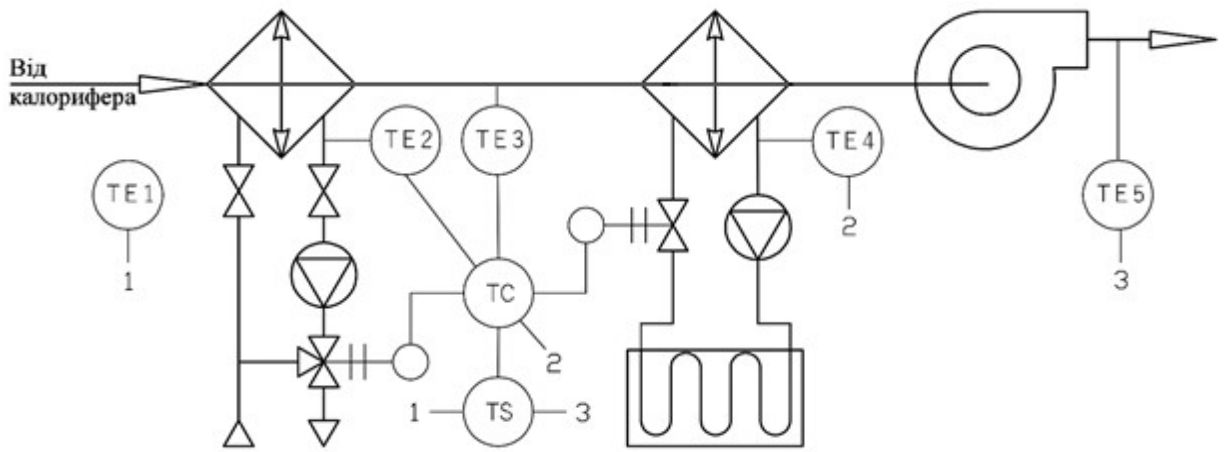


Рис. 1.12 САР температури припливного повітря з водяним і фреоновим охолоджувачем.

Перемикач TS за значенням уставки і температури зовнішнього повітря (датчик TE1) встановлює режим роботи регулятора TC, що керує водяним, або водяним разом з фреоновим охолоджувачами залежно від необхідної холодильної потужності. Якщо роботи водяного охолоджувача не вистачає для забезпечення необхідної температури припливного повітря, що вимірюється датчиком температури TE5, то в роботу додатково вступає фреоновий охолоджувач. При цьому регулюється температура повітря після водяного охолоджувача (датчик TE3) таким чином, щоб температура повітря після проходження через фреоновий охолоджувач дорівнювала уставці (датчик TE5). Датчик температури TE3 призначений для захисту водяного охолоджувача від замерзання, а датчик TE4 для контролю перегріву фреону.

Системи припливно-витяжної вентиляції рекомендується обладнувати установками для утилізації тепла витяжного повітря. Для цього використовуються системи з рециркуляцією та рекуперацією. У системах із рекуперацією використовується роторний рекуператор.

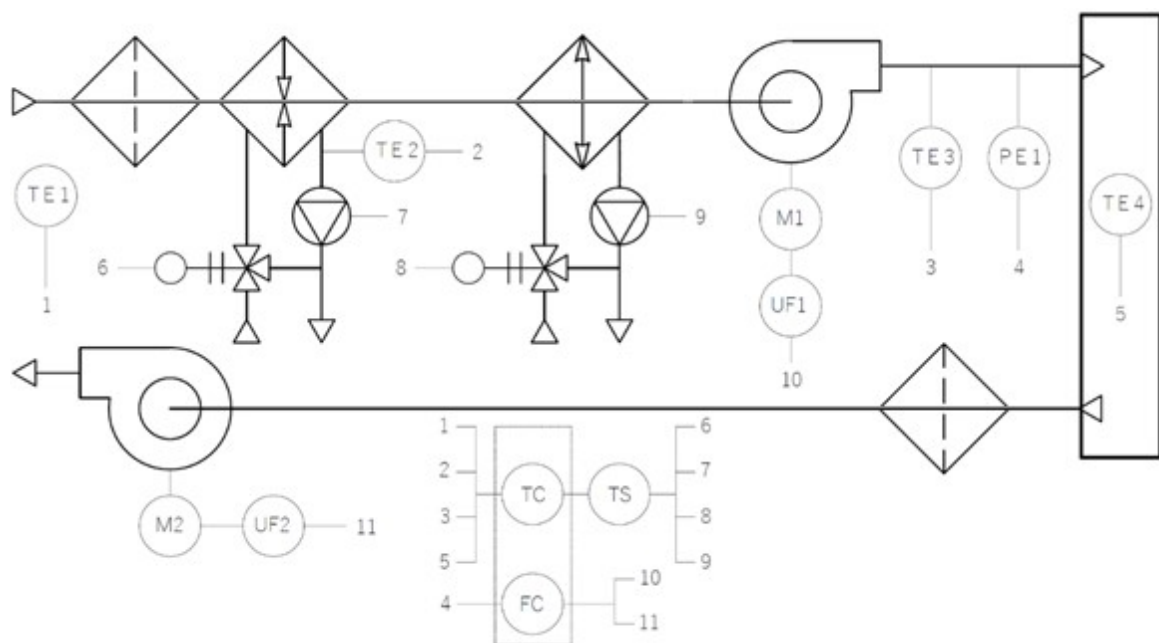
Роторні рекуператори мають найбільший ККД серед всіх інших (до 90%), рівень рекуперації легко регулюється зміною обертів ротора, при цьому позитивною особливістю таких рекуператорів є часткова передача вологи від витяжного повітря до припливного. Проте не зважаючи на очевидні переваги, роторні рекуператори мають найбільшу вартість та потребують додаткову

(ізолюваної від основної системи) витяжку в санвузлах, кухнях та інших „брудних” приміщеннях, інакше повітря з неприємним запахом, чи домішками буде попадати назад в систему вентиляції і далі в приміщення, що обслуговується.

В рекуператорах з проміжним теплоносієм використовується два теплообмінники між якими циркулює водо-гліколевий розчин. Один з теплообмінників розміщений в припливного каналі, а інший в витяжному. Теплоносій нагрівається повітрям, що видаляється, і передає тепло припливному. Передача тепла може регулюватись зміною швидкості циркуляції теплоносія. Такі рекуператори мають низьку ефективність, їх ККД становить 35 – 55%.

В пластинчастих рекуператорах потоки припливного і витяжного повітря рухаються по вузьким каналам обмінюючись теплом через тонкі стінки. Такі рекуператори не мають додаткових теплоносіїв, чи рухомих елементів тому є дешевими та надійними, а їх ККД досягає 65%.

Згідно аналізу існуючих рішень для систем вентиляції було прийнято, що в системі вентиляції для даного об’єкту будуть використовуватись водяний нагрівач і водяний охолоджувач. Структурна схема такої системи наведено на рис. 1.13.



| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

Рис. 1.13 САР температури та витрати повітря з водяним нагрівачем і охолоджувачем

Регулятор витрати FC, залежно від показів датчика тиску PE1, подає керуючий сигнал на частотні перетворювачі UF1 і UF2, що керують частотою обертів двигунів приточного та витяжного вентиляторів M1 та M2 відповідно. Повітря проходить припливний фільтр, водяний нагрівач, водяний охолоджувач і попадає в припливний канал вентиляції приміщення, звідки розподіляється з необхідною долею на всі ділянки, що обслуговуються. Регулятор температури TC, за показами датчиків температури навколишнього повітря (TE1), припливного повітря (TE3) та усередненої температури в приміщенні (TE4), подає керуючий сигнал на перемикач TS, що керує, або водяним нагрівачем, або водяним охолоджувачем. Відпрацьоване повітря, за допомогою витяжного вентилятора, видаляється з приміщення. Така структура системи вентиляції, при мінімальних витратах електроенергії, забезпечить необхідну кількість, чистоту, свіжість та температуру повітря протягом всього року, що створить сприятливі умови для роботи і здоров'я усього персоналу.

У системі керування вентиляцією передбачені інформаційні, керуючі, захисні та допоміжні функції.

Інформаційні функції є базовими, без них функціонування системи регулювання неможливе. Існують системи, що виконують тільки інформаційні функції, такі системи називають інформаційними. У багатьох випадках створення інформаційної системи є першим кроком до створення АСР.

В розробленій АСР інформаційну функцію виконують сигнали, які надходять на входи контролера від датчиків:

- температура зовнішнього повітря;
- температура повітря у припливному повітроводі за нагнітаючим вентилятором;
- температура повітря в приміщенні;

Керуючі функції реалізують неперервне регулювання і програмно —

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|---------|
| | | | | | | Кваліфікаційна робота. | 30 арк. |
| | | | | | | Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | |

логічне керування. Неперервне регулювання підрозділяється на: стабілізацію, відслідковування, програмне регулювання. Важливим поняттям у неперервному регулюванні є режимні параметри: температура, тиск, витрата, вологість тощо. Неперервне регулювання завжди є регулюванням конкретного режимного параметру (технологічного параметру). Стабілізація режимного параметру – це підтримання контролерами сформованих супервізорним рівнем, або введених уставок режимного параметру. Суттєвим є те, що період зміни уставок значно перевищує тривалість перехідного процесу. Це стандартний і найбільш вживаний вид регулювання. Відслідковування – це стабілізація режимного параметру за умови, що темп зміни уставки співпадає з темпом зміни перехідного процесу. Для нормально запроектованої АСР режим слідування є нештатною ситуацією. У випадку, коли температура зміни уставки більш швидкісний ніж перехідний процес, є сенс відмовитись від регулювання взагалі. Програмне регулювання – це відслідковування, при якому темп зміни уставки не такий швидкий, як перехідний процес.

Захисні функції системи – це коригуючі функції, які забезпечують безпечні функції керування об'єктом в екстремальних умовах. Як правило, захисні функції зводяться до попереджень (технологічних), аварійних сигналізацій і включення, або відключення тих чи інших механізмів. Особливістю захисних функцій є значна вимога до надійності їх реалізації.

Сигнали, що безпосередньо забезпечують захист та сигналізують про аварії надходять від датчиків:

- перепад тиску на фільтрі припливного повітря (сигналізує про засмічення фільтра припливного повітря);
- перепад тиску на припливного вентиляторі (сигналізує про стан припливного вентилятора);
- перепад тиску на фільтрі витяжного повітря (сигналізує про засмічення фільтра витяжного повітря);

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота. Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | 3 Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- перепад тиску на витяжному вентиляторі (сигналізує про стан витяжного вентилятора);
- температура зворотного теплоносія калорифера;
- термостат загрози замерзання калорифера;

При виході за межі допустимих значень будь – якого з вище описаних параметрів формується відповідний візуальний сигнал на дисплеї установки, що сигналізує про аварійну ситуацію.

При перепаді тиску на вентиляторі менше 100 Па буде відображатись повідомлення про його поломку, припиниться живлення, закриються всі заслінки. При перепаді тиску вище 150 Па на фільтрі – повідомлення про його необхідну заміну. У водяному калорифері встановлюється термостат, при спрацюванні якого, установка зупиняється, а калорифер прогрівається. Це необхідно для того, щоб захистити калорифер від заморозки.

| | | | | | | <i>Кваліфікаційна робота.</i> | 32 арк. |
|------|------|--------|--------|------|--|--|---------|
| | | | | | | Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | |
| Змн. | Арк. | № док. | Підпис | Дата | | | |

1.4 Питання горизонтальної (між підсистемами одного рівня) та вертикальної (підсистемами різного рівня) інтеграції

Інтегрована АСУ підприємством (об'єднанням) — це багаторівнева автоматизована система управління, яка призначена для комплексної автоматизації функцій управління інженерно-технічною, адміністративно-господарською, виробничо-технологічною і соціальною діяльністю промислових підприємств і забезпечує найефективніше розв'язання завдань з планування, випуску, розробки, освоєння, виробництва і реалізації продукції згідно з вимогами повного госпрозрахунку та самофінансування.

До складу інтегрованої АСУ, наприклад науково-виробничим об'єднанням, що тісно взаємодіють, належать локальні АСУ: автоматизовані системи управління об'єднанням (АСУО), підприємствами (АСУП), цехами, дільницями, АСУ технологічними процесами (АСУ ТП), системи автоматизованого проектування конструкторського (САПР-К) і технологічного (САПР-Т) призначення, автоматизовані системи наукових досліджень (АСНД) та інші види АСУ. Можливий варіант взаємозв'язку локальних АСУ в рамках ІАСУ ілюструє мал. 6.

ІАСУ може розглядатися як ієрархічно організований комплекс організаційних методів, технічних, програмних, алгоритмічних та інформаційних засобів, що мають модульну структуру і забезпечують наскрізне узгоджене управління матеріальними та інформаційними потоками об'єкта управління. На промислових підприємствах і об'єднаннях в ІАСУ органічно поєднуються автоматизація розв'язування економіко-організаційних задач управління з автоматизацією управління технологічними процесами та гнучкими автоматизованими виробництвами, проектуванням виробів і технологічних процесів тощо.

Сутність інтеграції в АСУ економічного об'єкта (ЕО) полягає в удосконаленні зв'язків управління процесами проектування й організації виробництва, технологічними процесами та випробуванням виробів.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота. Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | Арк. |
| | | | | | | 33 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Розрізняють інтеграцію процесів за рівнями управління (вертикальні зв'язки) та взаємодією об'єктів одного рівня (горизонтальні зв'язки). З просуванням нагору збільшуються нормативи, показники, інтервали планування і т. ін. Маємо неначе ефект часової інтеграції. У разі інтеграції по горизонтальних зв'язках досягається узгодження дій окремих служб (підсистем), діяльності постачальників і споживачів у рамках єдиного плану-графіка постачання. Отут досягається ефект, так би мовити, просторової інтеграції.

Інтеграція полягає в об'єднанні окремих частин, підсистем, систем у рамках одної системи, яка охоплює повніші інформаційні аспекти управління на основі загального програмно-технічного, інформаційного й організаційного забезпечення. Поняття інтеграції можна поширити на однорідні системи (наприклад, лише АСУ ТП, лише АСУО і т. ін.), а можна віднести й до різнорідних систем (наприклад, АСУ ТП і АСУО; САПР і АСУП тощо).

1.5 Принцип виділення об'єктів обладнання згідно стандартів ISA-88/95/106

Перш за все, стандарт ISA 88 визначає поняття періодичного процесу (batch process) - це процес, результатом якого є виробництво кінцевого кількості продукту шляхом виконання над деякою кількістю вихідних матеріалів (сировини) впорядкованої послідовності дій за обмежений період часу з використанням однієї або більше одиниць обладнання. Це визначення однозначно вказує на наявність обмеженого інтервалу часу (періоду) виготовлення кінцевого кількості продукту (тобто партії) і тим самим відділяє періодичний виробничий процес від безперервного або дискретного процесу. Термін "партія" ("batch") має значення: по-перше, "матеріал, який виробляється в результаті однієї стадії batch process", а по-друге - якась сутність, яка визначає виробництво матеріалу на будь-якій стадії процесу. Під терміном "рецептура" ("recipe") визначається мінімально необхідний набір інформації, яка унікальним чином визначає вимоги до виробництва конкретного продукту. Для управління

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота.</i> | Арк. |
| | | | | | <i>Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології"</i> | 34 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

періодичним виробництвом необхідні три сутності (і саме їх охоплює стандарт):

- формальне визначення процесу виготовлення партії продукту - рецептури (recipe);
- інформація про обладнання, яким потрібно керувати (модель обладнання);
- формальне визначення керуючих впливів.

Трохи докладніше зупинимося на модельних уявленнях, описаних у стандарті. Стандарт ISA 88.01 визначає фізичну і процедурну моделі виробництва. Фізична модель в цілому визначає виробничу осередок обладнання, необхідного для виробництва партії продукції. Основним поняттям тут є модуль - основна одиниця устаткування, що виконує головний крок процесу. Фізична модель (модель обладнання) в загальному випадку включає сім рівнів:

- блок керування (Control Module);
- агрегат (Equipment Module);
- установка (Unit);
- осередок про процесу (Process Cell);
- виробнича ділянка (Area);
- виробництво (Site);
- підприємство (Enterprise).

1.6 Аналіз існуючих методів аналізу ключових показників ефективності (KPI) саме для цього типу об'єктів

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота. Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології"</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 35 |

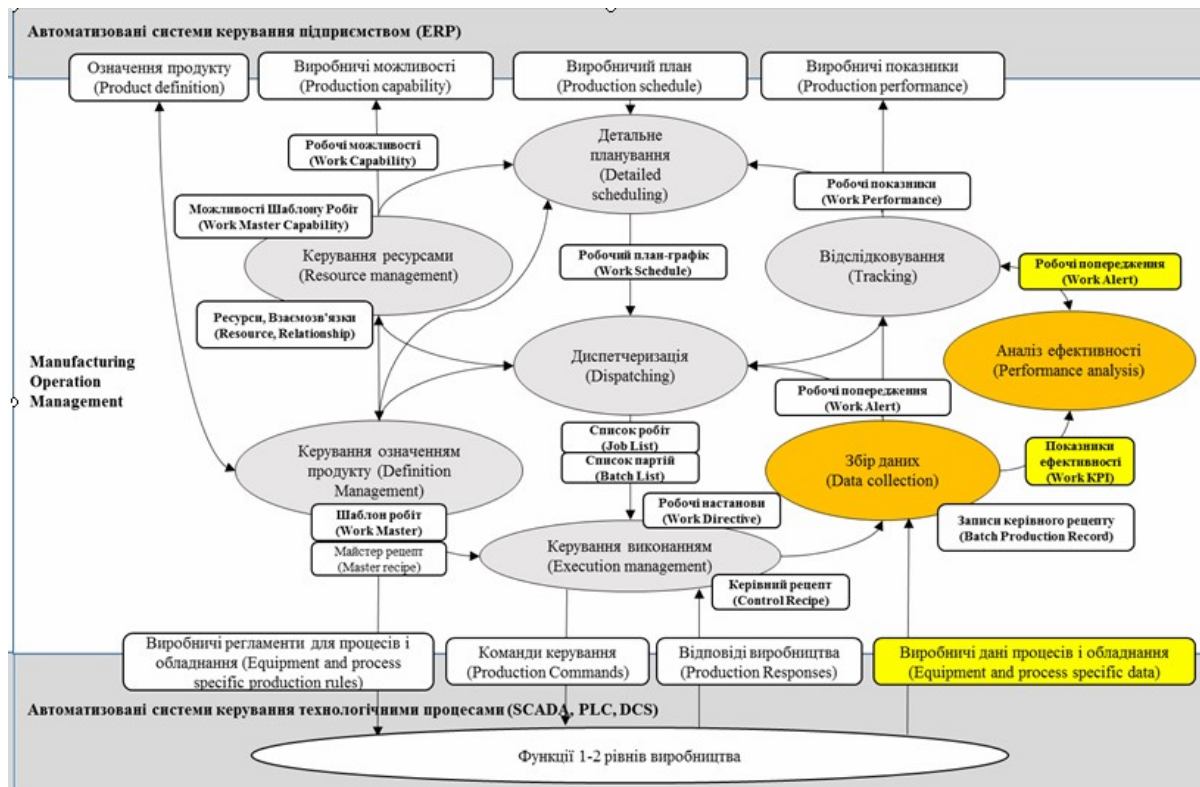


Рис.1.6 Схема автоматизованим управлінням підприємством

На сьогоднішній момент дуже важливими постають питання щодо вміння керівників правильно оцінювати в режимі реального часу ефективність функціонування підприємства. Мета роботи полягає у вивченні системи КРІ як інструменту підвищення ефективності роботи організації. Ключові показники ефективності (КРІ) – це показники, які піддаються кількісному вимірюванню та вважаються найбільш важливими для оцінки ефективності діяльності фірми, відділу чи окремого працівника. КРІ – це показники, досягнення яких необхідне для того, щоб наблизитися до поставлених цілей. Застосування системи КРІ в організації дає змогу оцінювати її стан та формувати стратегію розвитку; довести цілі всієї організації до структурних підрозділів й окремого співробітника; контролювати ділову активність в режимі реального часу; створити ефективну систему винагороди працівників; оптимізувати фонд винагороди персоналу в організації. Основні етапи побудови системи КРІ:

1. Уточнення цілей організації.
2. Підтримка та заохочення керівництва організації.
3. Формування робочої групи.
4. Формування цілісної стратегії впровадження і розвитку КРІ.

5. Розробка цілей і задач підрозділів та показників їх ефективності.
6. Роз'яснення працюючим переваг застосування системи КРІ.
7. Опис процесу збору даних для розрахунку преміальних виплат.
8. Узгодження показників ефективності роботи та їх важливість (вага – розподіляється у відсотках між показниками групи)
9. Планування та розрахунок преміального фонду організації та її підрозділів.
10. Формування єдиної бази даних та внесення в неї виробничих показників.
11. Відбір ключових показників ефективності для організації в цілому.
12. Розробка відповідних документів.
13. Презентація розроблюваної системи керівникам та іншому персоналу.
14. Впровадження КРІ.
15. Контроль за результатами впровадження системи КРІ.
16. Уточнення показників ефективності для підтримки їх актуальності.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота. Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 37 |

Розділ 2 – Загальносистемні рішення

2.1 Розробка загальної моделі ієрархії обладнання

Аналіз вибраного об'єкту та дослідження подібних в літературі дає можливість означити модель обладнання (Equipment) вибраного підприємства та його частин. Ця модель дасть змогу розробити єдину функціональну структуру. Модель розробляється відповідно до вимог стандартів ISA-95, ISA-88 та ISA-106 та їх аналогів ІЕС. Моделі обладнання пересікаються у всіх наведених вище стандартах і являються їх «спільним знаменником» (рис.2).

Стандарт ISA-95 охоплює діяльність верхніх чотирьох рівнів моделі ієрархії обладнання:

1. Підприємство (Enterprise) – це виробничий комплекс, що відповідає за певну номенклатуру виробів, які випускаються. Виробнича площадка (Site) - це група об'єднаних об'єктів що забезпечують виробництво певного набору видів продукції згідно календарного плану.

2. Виробнича ділянка (Area) – це група об'єктів в рамках виробничої площадки, що забезпечує виробництво певних видів продукції згідно виробничої потужності.

Робочий центр – це технологічна комірка (Process Cell) для періодичних процесів, виробнича установка (Production Unit) для неперервних чи виробнича лінія (Production Line) для дискретних:

| | | | | | | | | |
|---------------------|-------------|------------------------|---------------|-------------|--|-----------------|-------------|----------------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота.</i> <i>Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології"</i> | | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | Розробка підсистеми вентиляції для автоматизованої системи керування офісною будівлею | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Акрушів</i> |
| <i>Студент</i> | | <i>Максименко А.О.</i> | | | | | | |
| <i>Керівник</i> | | <i>Романов М.С.</i> | | | | | | |
| <i>Зав.кафедри.</i> | | <i>Смітюх Я.В.</i> | | | | | | |
| <i>Секретар ДЕК</i> | | <i>Проскурка Є.С.</i> | | | | | | |
| | | | | | | НУХТ ІА-2-2м 38 | | |

○ представлення моделі технологічної комірки описується в ISA-88. Наприклад, для молочного виробництва технологічною коміркою може бути лінія приготування цільно-молочної продукції, або її частина;

○ представлення моделі виробничої установки описується в технічних звітах ISA-106. Прикладом виробничої установки для цукрового виробництва є усі відділення з неперервними процесами, в т.ч. тракт подачі і мийки буряку, дифузійне відділення, відділення очистки і т.д.

Нижні три рівня ієрархічної моделі обладнання описується також стандартами ISA-88 або ISA-106, як і четвертий рівень. Вони повністю пов'язані з виробничим обладнанням, декомпозиція якого проводиться за функціональними ознаками.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота. Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології"</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 39 |

2.2 Функціональна структура АСУ виробництвом пива

Схема функціональної структури наведена в аркуші 1 графічного матеріалу. Схема функціональної структури (рис.2.2) відображає функціональні складові підприємства на трьох рівнях: 0-й рівень – рівень польових засобів, 1-й рівень – контролерів, 2-й рівень – рівень SCADA/HMI, 4-й рівень – рівень управління виробництвом. На схемі зображено функціональну структуру виробництва дифузійного соку: Відділення випарне, відділення вакуум апаратів. В таблиці 2.1 наведено умовні позначення до схеми функціональної структури.

Функціональна структура КІСУ виробництвом пива повинна мати 4-рівневу структуру:

- рівень датчиків (датчики, частотні перетворювачі (PDS), розподілені засоби вводу/виводу (RIO));

- рівень контролерів ;

- рівень SCADA/HMI;

- рівень управління виробництвом.

Система повинна бути функціонально та технічно розподіленою. При відсутності зв'язку всі підсистеми повинні працювати незалежно одна від одної. ПК БРД з функціями SCADA/HMI є координуючою станцією для всієї лінії виробництва.

Рівень управління виробництвом повинен включати робочу станцію головного технолога (диспетчерсько-координуючу станцію) для контролю за основними виробничими параметрами та технологічний сервер (ТС) для ведення архіву по параметрам виробництва.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота. Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 40 |

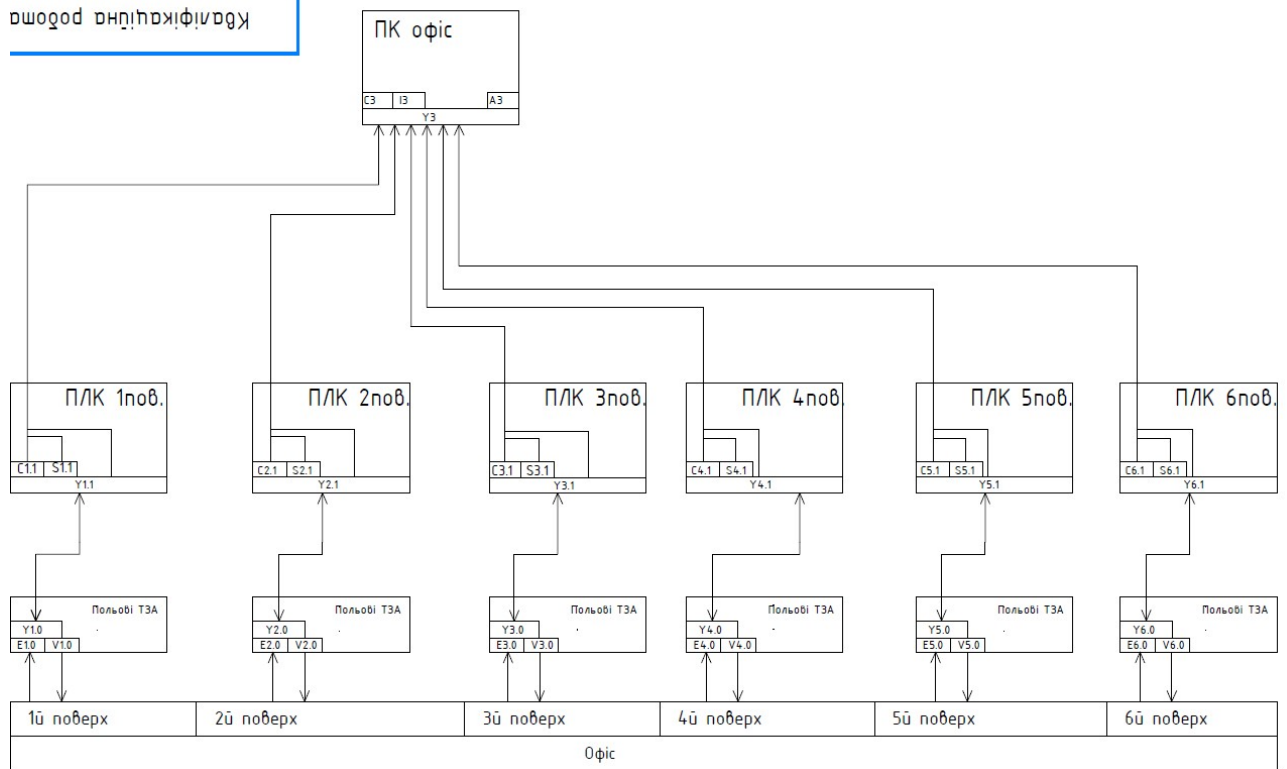


Рис.2.2 Схема функціональної структури АСУТП виробництва пива

Таблиця 2.1 Таблиця умовних позначень до схеми функціональної структури

| Позначення | Найменування |
|------------------------------|---|
| Польові ТЗА | технічні засоби автоматизації, які відносяться до польового рівня |
| ПЛК 1поб. | мікропроцесорний контролер приточно-витяжної установки 1го поверху |
| ПЛК 2поб. | мікропроцесорний контролер приточно-витяжної установки 2го поверху |
| ПЛК 3поб. | мікропроцесорний контролер приточно-витяжної установки 3го поверху |
| ПЛК 4поб. | мікропроцесорний контролер приточно-витяжної установки 4го поверху |
| ПЛК 5поб. | мікропроцесорний контролер приточно-витяжної установки 5го поверху |
| ПЛК 6поб. | мікропроцесорний контролер приточно-витяжної установки 6го поверху |
| ПК офіс | диспетчерсько-координуюча станція - АРМ начальника зміни на базі комп'ютера |
| E10, E20, E30, E40, E50, E60 | вимірювальне перетворення 0-го рівня польових засобів |
| V10, V20, V30, V40, V50, V60 | управління технологічним обладнанням та виконавчими механізмами 0-го рівня польових засобів |
| Y10, Y20, Y30, Y40, Y50, Y60 | перетворення та обробка інформації 0-го рівня польових засобів |
| Y11, Y21, Y31, Y41, Y51, Y61 | перетворення та обробка інформації 1-го рівня контролерів |
| C11, C21, C31, C41, C51, C61 | автоматизоване регулювання, управління технологічним процесом 1-го рівня контролерів |
| C12, C22, C32, C42, C52, C62 | дистанційне управління, формування завдання, настройка регуляторів 2-го рівня Scada/HMI |
| S11, S21, S31, S41, S51, S61 | автоматизоване включення, відключення, переключення, блокування, запуск задач 1-го рівня контролерів |
| S12, S22, S32, S42, S52, S62 | дистанційне включення, відключення, переключення, блокування, запуск задач, зміна режимів роботи регуляторів 2-го рівня Scada/HMI |
| I12, I22, I32, I42, I52, I62 | відображення для контролю за технологічним процесом 2-го рівня Scada/HMI |
| A12, A22, A32, A42, A52, A62 | контроль стану обладнання, технологічна сигналізація 3-го рівня управління виробництвом |
| A3 | контроль виробничих параметрів, контроль якості виробництва 3-го рівня управління виробництвом |
| I3 | відображення для диспетчерського контролю за виробничим процесом 3-го рівня управління виробництвом |
| R3 | реєстрація основних виробничих параметрів 3-го рівня управління виробництвом |
| C3 | автоматизоване регулювання, управління технологічним процесом 3-го рівня |

2.3. Опис функцій, що автоматизуються (ПЗ)

| Найменування функції/ сигналу | Польові ТЗА (Y1.0) | | ПЛК (Y1.1) | | ПК (Y1.2) | | | | |
|---|--------------------|------|------------|------|-----------|------|------|------|------|
| | E1.0 | V1.0 | C1.1 | S1.1 | I1.2 | C1.2 | R1.2 | S1.2 | A1.2 |
| Температура повітря до підігріву приточного каналу ПВУ | + | - | + | - | + | + | + | - | + |
| Температура повітря після підігріву приточного каналу ПВУ | + | - | + | - | + | + | + | | + |
| Температура повітря 1 у витяжному каналі ПВУ | + | - | + | - | + | + | + | - | + |
| Температура повітря 2 у витяжному каналі ПВУ | + | - | + | - | + | + | + | - | + |
| Вміст CO ₂ в витяжному каналі ПВУ | + | - | + | - | + | + | + | - | + |
| Тиск повітря в приточному каналі ПВУ | + | - | + | - | + | + | + | - | + |
| Тиск повітря в витяжному каналі ПВУ | + | - | + | - | + | + | + | - | + |
| Вологість повітря в приточному каналі | + | - | + | - | + | + | + | - | + |
| Вологість повітря в витяжному каналі | - | + | + | - | + | + | - | - | - |
| Команда на пуск двигуна M1 | - | - | + | + | + | + | - | - | - |
| Команда на пуск двигуна M2 | - | - | + | + | + | + | - | - | - |
| Kp | - | - | - | - | + | + | - | - | - |
| Ti | - | - | - | - | + | + | - | - | - |

2.4. Структурна схема комплексу технічних засобів.

Структурна схема комплексу технічних засобів наведена у графічній частині (аркуш 2).

Структурна схема комплексу технічних засобів (КТС) розробляється для АСУТП виробництва в цілому. Враховуючи наявність ТЗА польового рівня на схемі автоматизації, на структурній схемі КТС їх можна не вказувати. Винятком є тільки ті ТЗА, які інтегруються в єдину систему з використанням промислових мереж.

Розробка структури КТС передбачає:

- вибір промислових та комп'ютерних мереж, на базі яких проводиться технічна інтеграція засобів;
- створення мережної структури, в якій технічні засоби являються вузлами мережі;
- вибір мережного обладнання (комунікаційні модулі, карти) для всіх мережних вузлів;

вибір мережних складових з функціями перетворення: репітерів, концентраторів, комутаторів, маршрутизаторів та шлюзів.

Табл.2.2 Перелік технічних засобів автоматизації КІСУ.

| | Найменування | К-ть | Примітка |
|-----------|--|------|--------------------|
| ПК офіс | ПК начальника зміни | 1 | Офісного виконання |
| ПЛК 1пов. | мікропроцесорний контролер проточно-витяжної установки 1ї поверх | 1 | VTS uPC3 |
| ПЛК 2пов. | мікропроцесорний контролер проточно-витяжної установки 2ї поверх | 1 | VTS uPC3 |
| ПЛК 3пов. | мікропроцесорний контролер проточно-витяжної установки 3ї поверх | 1 | VTS uPC3 |
| ПЛК 4пов. | мікропроцесорний контролер проточно-витяжної установки 4ї поверх | 1 | VTS uPC3 |
| ПЛК 5пов. | мікропроцесорний контролер проточно-витяжної установки 5ї поверх | 1 | VTS uPC3 |
| ПЛК 6пов. | мікропроцесорний контролер проточно-витяжної установки 6ї поверх | 1 | VTS uPC3 |
| SW 1 | Промисловий комутатор | 1 | . |

2.5 Опис інформаційного забезпечення АСУТП виробництва та основного відділення

Схема мережних інформаційних розробляються на основі деталізованої структури КТС. Основне призначення схеми — показати реалізацію інформаційних потоків з точки зору інформаційного забезпечення, оскільки апаратна частина показується та описується на структурних схемах КТС.

Схема мережних інформаційних потоків:

- дає уявлення про обмін даними в мережі між різними типами без даних;
- служить інструментом для вияву конфліктних ситуацій, вирішення оптимальної зв'язку, зменшення надлишкових потоків;
- допомагає в формуванні технічного завдання для підрозділів або підрядників, які відповідають за певну частину (підсистему) проекту, який розробляється.

Наочність дає змогу краще розуміти процеси обміну, які діють у системі. Саме із цієї схеми можна розподіл адрес між пристроями, виділення ресурсів (змінних), визначення боку клієнта та серверу.

На рис.2.3 показано організацію збору та передачі інформації на рівні АСУТП вентиляційного відділення.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота. Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 44 |

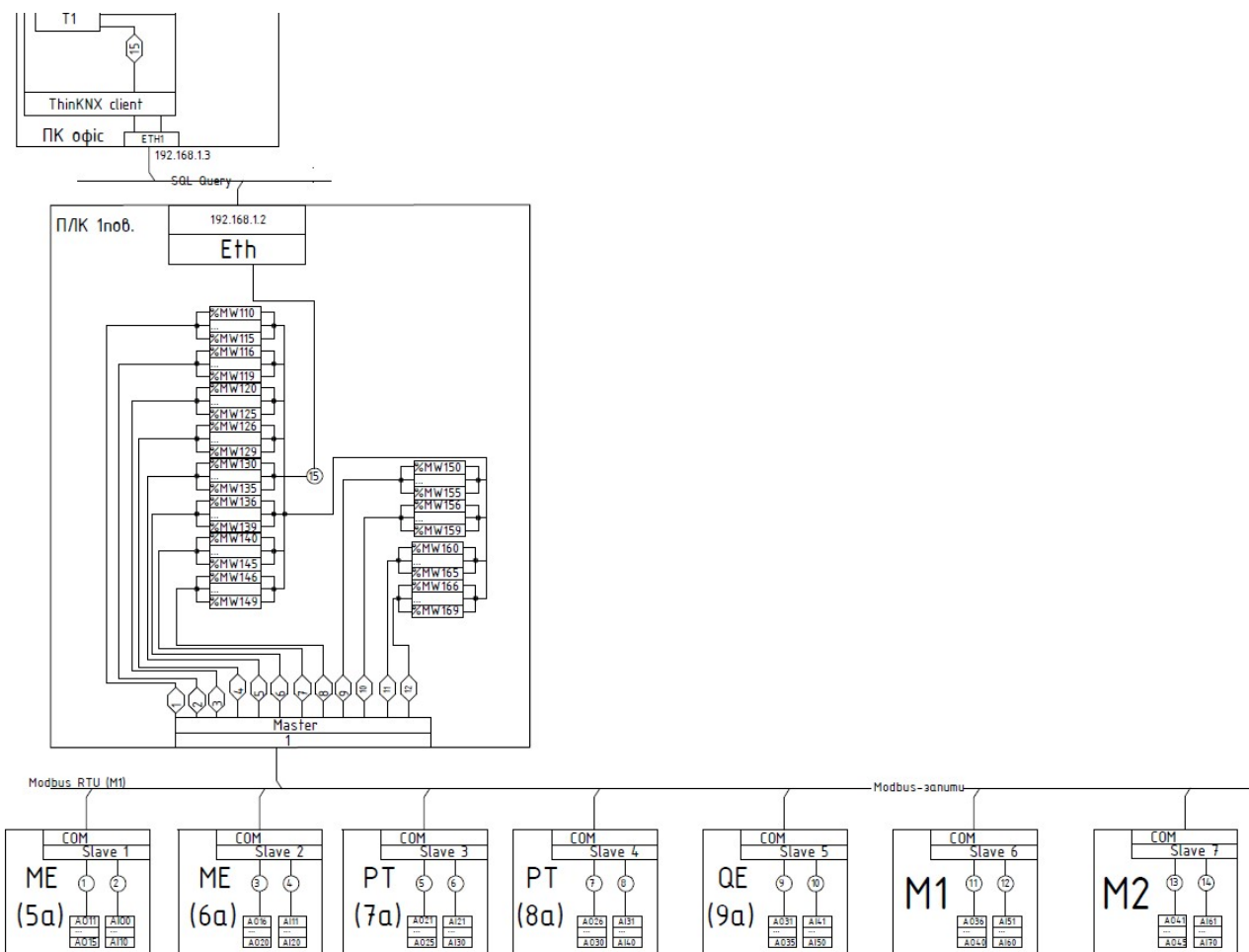


Рис.2.3 Інформаційна структура мережі

2.5.1. Масиви вхідних/вихідних даних для ПЛК 1го поверху.

В таблиці 2.3. наведено перелік даних АСУТП вентиляції 1го поверху. Дані цих масивів містять перелік мережних змінних АСУТП системи. Від зміни значень даних масивів оператор може зробити висновки про функціонування відділення і системи в цілому. Масиви створюються за допомогою програми MS SQL Server. Функціонування системи передачі даних забезпечується програмним забезпеченням Unity Pro XL та OPC OFS Server, що забезпечують передачу та архівування даних в реальному часі. Дані зберігаються на технологічному сервері.

Таблиця 2.3 Мережні змінні ІАСУ вентиляції офісу

| Ім'я | Адреса | Діапазон вимірювання | Область значень контролера |
|---|--------|----------------------|----------------------------|
| Температура повітря до підігріву приточного каналу ПВУ | MW10 | 0 – 100 | 0 – 27648 |
| Температура повітря після підігріву приточного каналу ПВУ | MW12 | 0 – 100 | 0 – 27648 |
| Температура повітря 1 у витяжному каналі ПВУ | MW14 | 0 – 100 | 0 – 27648 |
| Температура повітря 2 у витяжному каналі ПВУ | MW16 | 0 – 100 | 0 – 27648 |
| Вміст CO2 в витяжному каналі ПВУ | MW18 | 0 – 100 | 0 – 27648 |
| Тиск повітря в приточному каналі ПВУ | MW20 | 0 – 10 | 0 – 27648 |
| Тиск повітря в витяжному каналі ПВУ | MW22 | 0 – 10 | 0 – 27648 |
| Вологість повітря в приточному каналі | MW24 | 0 – 4 | 0 – 27648 |
| Вологість повітря в витяжному каналі | MW26 | 0 – 4 | 0 – 27648 |
| Команда на пуск двигуна M1 | MW28 | 0 – 4 | 0 – 27648 |
| Команда на пуск двигуна M2 | MW30 | 0 – 5 | 0 – 27648 |

2.6 Схеми мережних інформаційних потоків.

Схеми інформаційних потоків наведені у графічній частині (аркуш 7). Відповідно до схеми інформаційні потоки нижнього рівня вказані для підсистеми бродильного відділення. Інформаційні потоки інших відділень умовно позначені як блоки даних. З'єднання RIO з ПЛК та обмін даними між ПЛК відбувається через мережу Ethernet 100, З'єднання ПЛК та ОП з ПК відбувається через мережу Ethernet 100 .

Масиви вхідних/вихідних даних для ПЛК СУС.

Таблиця 2.6 Мережні змінні ІАСУ вентиляції 1го поверху

| Призначення | ПЛК 1 пов. (SCADA) | | ПЛК 1 пов. | ЧРП ВИП |
|---|--------------------|----|------------|---|
| Рівень в баці гарячої води | L_1 | T1 | %MW100 | |
| Температура повітря до підігріву приточного каналу ПВУ | Temp_1 | T1 | %MW101 | |
| Температура повітря після підігріву приточного каналу ПВУ | Temp_2 | T1 | %MW102 | |
| Температура повітря 1 у витяжному каналі ПВУ | Temp_3 | T1 | %MW103 | |
| Температура повітря 2 у витяжному каналі ПВУ | Temp_4 | T1 | %MW104 | |
| Вміст CO2 в витяжному каналі ПВУ | CO2_5 | T1 | %MW105 | |
| Тиск повітря в приточному каналі ПВУ | PT_6 | T1 | %MW106 | |
| Тиск повітря в витяжному каналі ПВУ | PT_7 | T1 | %MW107 | |
| Вологість повітря в приточному каналі | ME_8 | T1 | %MW108 | |
| Вологість повітря в витяжному каналі | ME_9 | T1 | %MW109 | |
| Стан інвертору/керуючий вхід | M1 Lenze _Status | T1 | 40009 | inverter status/control input instruction |
| Режим /стан перетворювача | M1 Lenze _Mode | T1 | 40010 | operation mode/inverter settings |
| Вихідна частота | M1 Lenze _FR | T1 | 40201 | output frequency |
| Вихідний струм | M1 Lenze OC | T1 | 40202 | output current |
| Вихідна напруга | M1 Lenze OV | T1 | 40203 | output voltage |
| Частота настройки | M1 Lenze _FS | T1 | 40205 | frequency settings |
| Стан інвертору/керуючий вхід | M2 Lenze _Status | T1 | 40009 | inverter status/control input instruction |

| Призначення | ПЛК 1 пов. (SCADA) | | ПЛК 1 пов. | ЧРП ВИП |
|---------------------------|--------------------|----|------------|--|
| Режим /стан перетворювача | M2 Lenze _Mode | T1 | 40010 | operation mode/inverter settings |
| Вихідна частота | M2 Lenze _FR | T1 | 40201 | output frequency |
| Вихідний струм | M2 Lenze _OC | T1 | 40202 | output current |
| Вихідна напруга | M2 Lenze _OV | T1 | 40203 | output voltage |
| Частота настройки | M2 Lenze _FS | T1 | 40205 | frequency settings |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота.</i> <i>Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології"</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 48 |

Розділ 3 – Розробка підсистеми управління технологічним процесом

3.1. Схема автоматизації та специфікація приладів та засобів автоматизації польового рівня

Для того, щоб система вентиляції могла працювати в належному стані, вона повинна отримувати своєчасну і достовірну інформацію про стан об'єкту від контрольно-вимірювальних приладів. Дані прилади дозволяють здійснювати контроль та вимірювання необхідних технічних параметрів, відхилення від номінальних значень яких будуть свідчити про порушення нормального функціонування системи.

Щоб забезпечити надійність роботи системи вентиляції було прийнято рішення контролювати наступні параметри:

- Різницевий датчик тиску припливного вентилятору (поз. 7а);
- Різницевий датчик тиску витяжного вентилятору (поз. 8а);
- Реле перепаду тиску припливного фільтру;
- Реле перепаду тиску витяжного фільтру;
- Захисний термостат водяного калорифера.

Також, для інформації про загальний стан роботи системи вентиляції контролю підлягають наступні параметри:

- Температура припливного повітря (поз. 1а);
- Температура зворотної води калорифера (поз. 2а);
- Температура зовнішнього повітря (поз. 3а);
- Температура повітря в приміщенні (поз. 4а);

| | | | | | | | | |
|---------------------|-------------|------------------------|---------------|-------------|--|-------------|-----------------|----------------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота.</i> <i>Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології"</i> | | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | Розробка підсистеми вентиляції для автоматизованої системи керування офісною будівлею | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Студент</i> | | <i>Максименко А.О.</i> | | | | | | |
| <i>Керівник</i> | | <i>Романов М.С.</i> | | | | | | |
| <i>Зав.кафедри.</i> | | <i>Смітюх Я.В.</i> | | | | | | |
| <i>Секретар ДЕК</i> | | <i>Проскурка Є.С.</i> | | | | | | |
| | | | | | | | НУХТ ІА-2-2м 49 | |

Для системи вентиляції важливими параметрами є температури повітря, тому вони повинні вимірюватись з високою точністю. Для температури припливного повітря, зовнішнього повітря та температури повітря в приміщенні застосовується каналний датчик температури TES-A11 Pt100 (поз. 1а, 3а, 4а). Для вимірювання температури зворотної води калориферу потрібно використовувати накладний датчик температури TES-W11 Pt100 (поз. 2а). Діапазон вимірювань для обох типів датчиків $-40...+90^{\circ}\text{C}$. Сигнал з датчиків надходить на аналогові входи контролеру AI1-AI4.

В якості захисного термостату для водяного калориферу використаємо реле температури з регульованою зоною диференціалу типу КР Danfoss КР61. Реле використовується для регулювання контролю і аварійної сигналізації в промисловості. Реле типу КР використовують для регулювання температури, а також застосовуються як пристрої захисту. Використовуються в вентиляції як запобіжні пристрої захисту від замерзання. Температура спрацювання $-30...+15^{\circ}\text{C}$. Сигнал надходить на дискретний вхід контролеру DI1.

Для сигналізації про засміченість фільтрів припливного та витяжного повітря використаємо реле перепаду тиску SENTERA PSW-200-PVC (поз. 6а, 8а). Діапазон виміру тиску $20...200$ Па. Датчик передає сигнал по протоколу Modbus RTU.

В якості пресостатів вентиляторів припливного та витяжного повітря використаємо реле перепаду тиску SENTERA PSW-500-PVC (поз. 7а, 8а). Діапазон виміру тиску $50...500$ Па. Датчик передає сигнал по протоколу Modbus RTU.

Дані реле призначені для контролю перепаду тиску на фільтрах та контролю стану приводних ременів вентиляторів, або просто роботи мотора. Основна функція реле – дискретне управління аварійною сигналізацією при виникненні нештатних ситуацій: засмічення фільтра; обрив приводного ремня; зупинка приводу вентилятора; зміна повітряного потоку в повітроводах і так далі.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота.</i> Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | Арк. |
| | | | | | | 50 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Для перетворення керуючих сигналів, які формує контролер, у керуючий вплив використовується виконавча апаратура. У якості виконавчої апаратури виступає перетворювач частоти Lenze 8200 Vector. За його допомогою відбувається зміна частоти обертання електроприводу припливного та витяжного вентилятора.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота.</i> <i>Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології"</i> | Арк. |
| | | | | | | 51 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

3.2. Схема компоновання та специфікація модулів ПЛК та засобів РІО і PDS

Місце розміщення пунктів управління визначається з врахуванням особливостей технологічного процесу, норм протипожежних вимог будівельного проектування компонованих будівельних рішень прийнятих в різних галузях промисловості, зручності управління автоматизованим об'єктом.

При проектуванні щитових приміщень (аркуш 5) дотримуються наступних вимог, які розглянуті нище.

Щитові приміщення не слід розміщувати у виробничих приміщеннях з надлишковим тепловиділенням, наявністю шкідливих газів, технологічним процесом з виділенням вологи, під вентиляційними камерами загальнообмінної вентиляції.

Пункти управління не повинні піддаватися впливу вібрацій, магнітних полів, що виникають від електротехнічних установок та обладнань. Наявність магнітних полів в місці розташування щитового приміщення може викликати додаткову похибку приладів.

Між виробничими приміщеннями і пунктами управління повинне забезпечуватися сполучення. Коридори, що ведуть в щитове приміщення управління не повинні ускладнювати транспортування щита та іншого обладнання, що в них встановлюється.

Через щитові приміщення не можна прокладати транзитні трубопроводи опалення, водопостачання, каналізації, вентиляції, технологічні трубопроводи, газові трубопроводи.

Параметри оточуючого середовища повинні створювати комфортні умови для роботи оператора: температура 19-20°C, відносна вологість 40-60%, рівень шуму не більше 70 дБ, вентиляція приміщення повинна забезпечити п'яти кратний обмін очищеного повітря за годину, природне освітлення не менше 100% (площа вікон до площі підлоги 12-18%), освітленість 100-150Люкс. В якості засобів пожежотушіння в пунктах управління слід застосовувати

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота. Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | Арк. |
| | | | | | | 52 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

вуглекислотні і порошкові вогнегасники, а також пісок і інші засоби пожежогасіння.

Електрична і трубна проводки в пунктах управління повинні бути прокладені закритим способом. Для цього можуть використовуватись спеціальні канали або подвійні поли чи кабельні поверхи, короби чм захисні труби.

Підлога в щитових приміщеннях повинна бути не електропровідною, що дозволяє значно підвищити електробезпеку цих приміщень. Вона не повинна допускати проникнення вологи і шкідливих газів.

Вихід з щитового приміщення в виробниче з хімічно активним середовищем повинний виконуватись через коридор .

Приміщення пунктів управління повинні мати вікна, що забезпечують достатнє природне освітлення.

В приміщеннях щитів управління повинне бути передбачене робоче і аварійне освітлення як від загальної мережі так і від мережі аварійного освітлення об'єкта, що автоматизується. Електропроводка при цьому прокладається захованим способом.

Компонування пункту управління даного проекту зображено на графічному матеріалі (аркуш 5) у масштабі 1:10.

При установці щитів в щитових приміщеннях необхідно виконувати вимоги діючих правил про допустиму ширину проходів між рядами щитів, відстанями між струмоведучими частинами приладів і апаратів розташованих на протилежно встановлених рядах щитів.

Конфігурування МПК

Для управління об'єктом необхідно сконфігурувати МПК який забезпечує підключення:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота. Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | Арк. |
| | | | | | | 53 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 3.3 Конфігурування МПК

| Вимоги | Кількість або наявність |
|--------------------------------------|-------------------------|
| Живлення ПЛК (24 VDC або 24 VAC) | 24 |
| Кількість аналогових входів 4-20 mA | 9 |
| Кількість аналогових виходів 4-20 mA | 2 |
| Кількість дискретних виходів 24 VDC | 0 |

Таблиця 3.4 специфікація на замовлення контролера та комплектуючих

| Модулі вводу/виводу | | Характеристики |
|---------------------|-----------|---|
| ‘Найменування | Кількість | |
| 1 | 2 | 3 |
| uPC3 | 6 | Шасі для встановлення блоку живлення, процесора та модулів розширення |

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

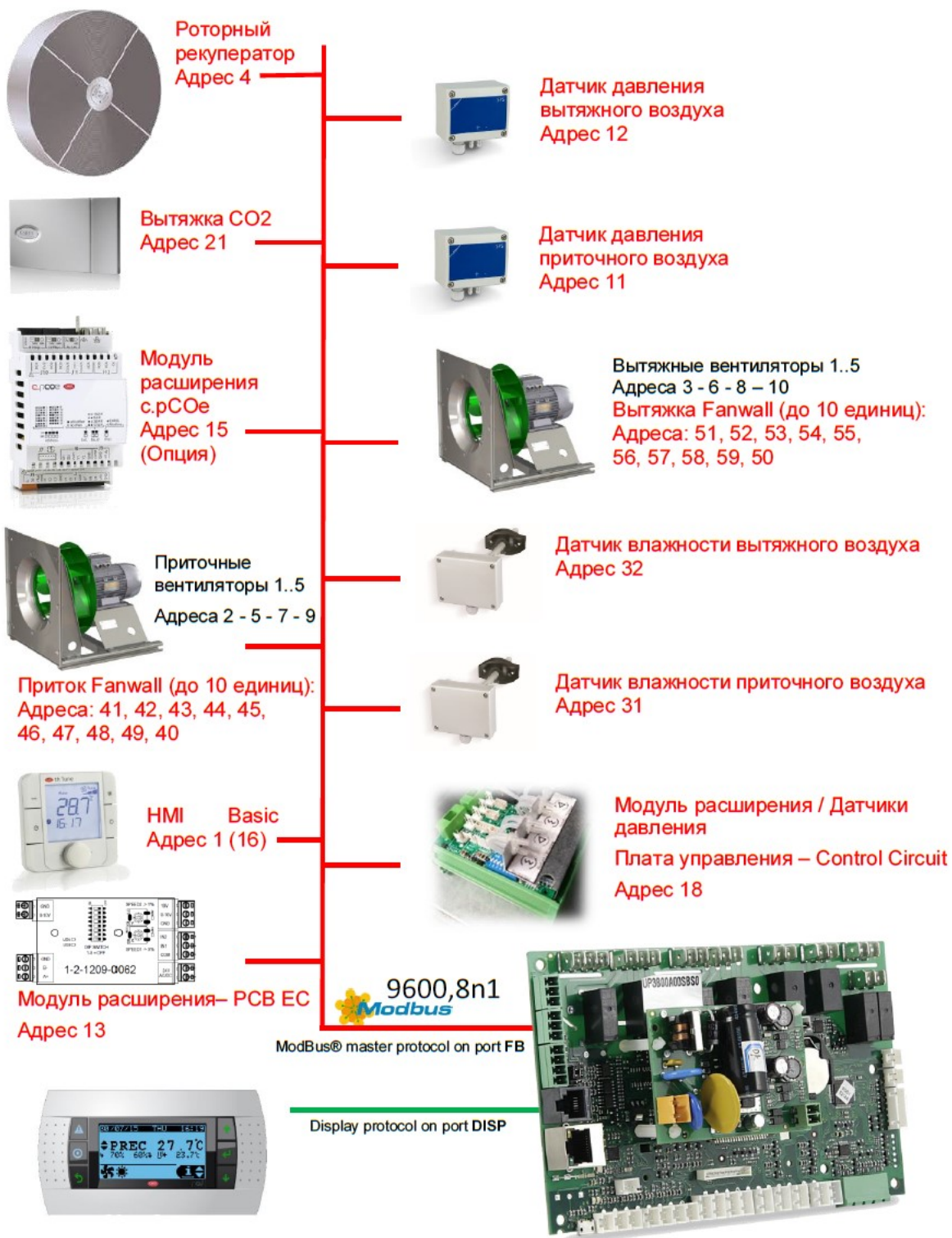


Рис.3.1 Компонування ПЛК

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

3.3 Схеми електричні принципові контурів вимірювання, управління та сигналізації

Принципова схема регулювання представляє вимірювання значень технологічних параметрів, обробку сигналів та за заданим алгоритмом видання керуючої дії для зміни положення регулюючого органу за допомогою виконавчих механізмів з метою цілеспрямованого регулювання відповідного параметру згідно технологічного регламенту виробництва.

Всі вхідні сигнали від датчиків поступають на вхідні ПЗО (модулі аналогових входів) після чого програмно обробляються і поступають на вихідні ПЗО (модулі аналогових виходів) і виконавчі механізми та двигуни.

Всі двигуни трифазні з включенням через частотний перетворювач, та кнопочну станцію, що знаходяться безпосередньо поруч з об'єктом, та можливе вимкнення двигуна дистанційно з дисплейної мнемосхеми. Для зручності, робота всіх двигунів показується на дисплейній мнемосхемі, тому у випадку поломки чи непередбаченої зупинки оператор може вказати обслуговуючому персоналу на несправність того чи іншого двигуна і зупинити роботу апарату чи відділення якщо це необхідно та при відсутності резервних ліній.

Принципова схема системи автоматизації - це схема, що показує зв'язок і взаємодію окремих елементів, пристроїв автоматизації за допомогою умовних позначень, при цьому кожен елемент схеми виконує визначену функцію і не може бути поділений на частини, що мають самостійне функціональне призначення. Таким чином, принципові схеми визначають повний склад елементів системи автоматизації.

Схеми електричні принципові виконуються на стадії «Робоча документація». Розробляють такі схеми електричні:

- 1) схеми електричні принципові живлення;
- 2) схеми електричні принципові сигналізації і блокування;
- 3) схеми електричні принципові контролю і автоматизації;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота. Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | Арк. |
| | | | | | | 56 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

4) схеми електричні принципові управління електродвигунами і виконуючими механізмами.

На основі цих схем розробляються: монтажні схеми щитів і пультів, схеми зовнішніх з'єднань, схеми електричні контролю і автоматизації, схеми електричні принципові сигналізації і блокування та ін. Вони використовуються при монтажі і наладці системи автоматизації, а також дають можливості для вивчення принципу дії системи автоматизації. Схеми електричні принципові виконуються, як правило, стосовно до окремих установок або ланок автоматизованої системи (наприклад, «Схема електрична принципова регулювання рівня», «Схема електрична принципова сигналізації роботи випарної установки»).

При виконанні цих схем використовується розвернуте зображення елементів автоматизації.

Ці схеми розглядаються на стадії проектування «Робоча документація» і служать для проектування живлення засобів контролю і автоматизації, розрахунку витрат електроенергії.

Проектування систем електроживлення здійснюється на основі ВСН 205-84/ММСС ССРСР "Инструкции по проектированию электроустановок систем автоматизации технологических процессов" та РМ4-4-85 «Системы автоматизации технологических процессов. Проектирование систем электропитания», а також нормативних вимог конкретних виробництв. В загальному випадку на кресленнях таких схем повинна бути показана:

- 1) апаратура вмикання і вимикання джерел живлення і споживачів електроенергії;
- 2) апаратура контролю напруги;
- 3) назва споживачів електроенергії;
- 4) загальні пояснення і примітки;
- 5) креслення, які відносяться до даної схеми;
- 6) перелік апаратури.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота.</i> Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | Арк. |
| | | | | | | 57 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Схеми живлення можна суміщати з іншими схемами автоматизації проекту (наприклад сигналізації).

Для відображення стану окремих елементів об'єкта і сповіщення про порушення нормального ходу виробничих процесів на пунктах управління використовують різного роду світлові і звукові сигнали. Схеми електричні принципової сигналізації можна класифікувати таким чином:

I. По характеру (виду) сигналу: світлова, звукова, змішана сигналізації. Світлова сигналізація може виконуватись рівним світлом, мигаючим світлом, горіння ламп неповним розжарюванням.

II. По роду струму: схеми на постійному струмі, схеми на змінному струмі.

III. По призначенню:

1) сигналізація стану - для сигналізації про стан технологічного устаткування («Відкрито»-«Закрито», «Увімкнено»-«Вимкнено»);

2) командна сигналізація – дозволяє передати різні вказівки (накази) з одного пункту керування в іншій за допомогою світлових чи звукових сигналів;

3) сигналізація дії захисту і автоматики;

4) технологічна сигналізація – дає інформацію про стан таких технологічних параметрів, як температура, тиск, витрата, рівень. Буває двох видів:

а) попереджувальна сигналізація (сигналізація про ненормальні, але ще допустимі значення параметрів);

б) аварійна сигналізація (про недопустимі значення параметрів).

IV. По принципу дії:

1) схеми з індивідуальним зняттям звукового сигналу;

2) схеми з центральним зняттям звукового сигналу без повторності дії;

3) схеми з центральним зняттям звукового сигналу з повторністю дії.

В даному проекті схема сигналізації з використанням релейно-контактної схеми і лампочок не розроблялася. Сигналізація розроблена у вигляді дисплейної мнемосхеми.

На принциповій схемі показано електричне та пневматичне підключення датчиків і виконавчих механізмів до контролера. Всі проводи пронумеровані.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота. Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | Арк. |
| | | | | | | 58 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Датчики, які використані в системі мають уніфікований вихідний сигнал по струму 4-20 мА. Для живлення всіх датчиків використовується блок живлення на 24 В

Схема електрична принципова – графічне зображення, за допомогою умовних графічних і буквено-цифрових позначень, зв'язків між елементами електричного пристрою. Схема електрична принципова, на відмінну від розводки друкованої плати, не показує взаємного (фізичного) розміщення елементів, а лише вказує на те, які елементи з якими з'єднуються. Зазвичай, при розробці радіоелектронного пристрою, процес створення схеми електричної принципової є проміжною ланкою між стадіями розробки функціональної схеми і проектуванням друкованої плати.

Принципова електрична схема є своєрідною «картою» всіх електричних з'єднань електрообладнання. Використання принципової електричної схеми не тільки дає повне уявлення про проект, але і дозволяє на її основі створювати схеми окремих з'єднань, здійснювати розробку конкретних вузлів підключення. По цій же електросхемі проводиться перевірку правильності монтажу електрообладнання.

Принципові електричні схеми призначені для повного відображення взаємозв'язків пристроїв з урахуванням принципів їх дії і послідовності роботи. На принципових електросхемах за допомогою умовних позначень зображенні пристрої і лінії зв'язків між окремими елементами, блоками і модулями. На схемі міститься наступна інформація: умовне зображення принципу дії функціональних вузлів, пояснювальні написи, частини окремих елементів, діаграми переключення контактів, а також перелік використовуваних в даній схемі пристроїв.

Принципові електросхеми розділяються на два типи. Перший тип (повна принципова схема) служить для відображення силових мереж. В залежності від призначення креслення, на схемі можуть знаходитися окремо кола живильної і розподільчої мереж, так і їх суміщені зображення. На основі повної принципової схеми створюються «локальні» принципові електричні схеми –

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

другий тип, що включає в себе зображення окремих об'єктів, наприклад, принципова схема блоку управління. Відповідно, на ній будуть розміщені дані по конкретній області виробу.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота.</i> Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | Арк. |
| | | | | | | 60 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3.4. Схеми з'єднань та підключень проводок промислових мереж

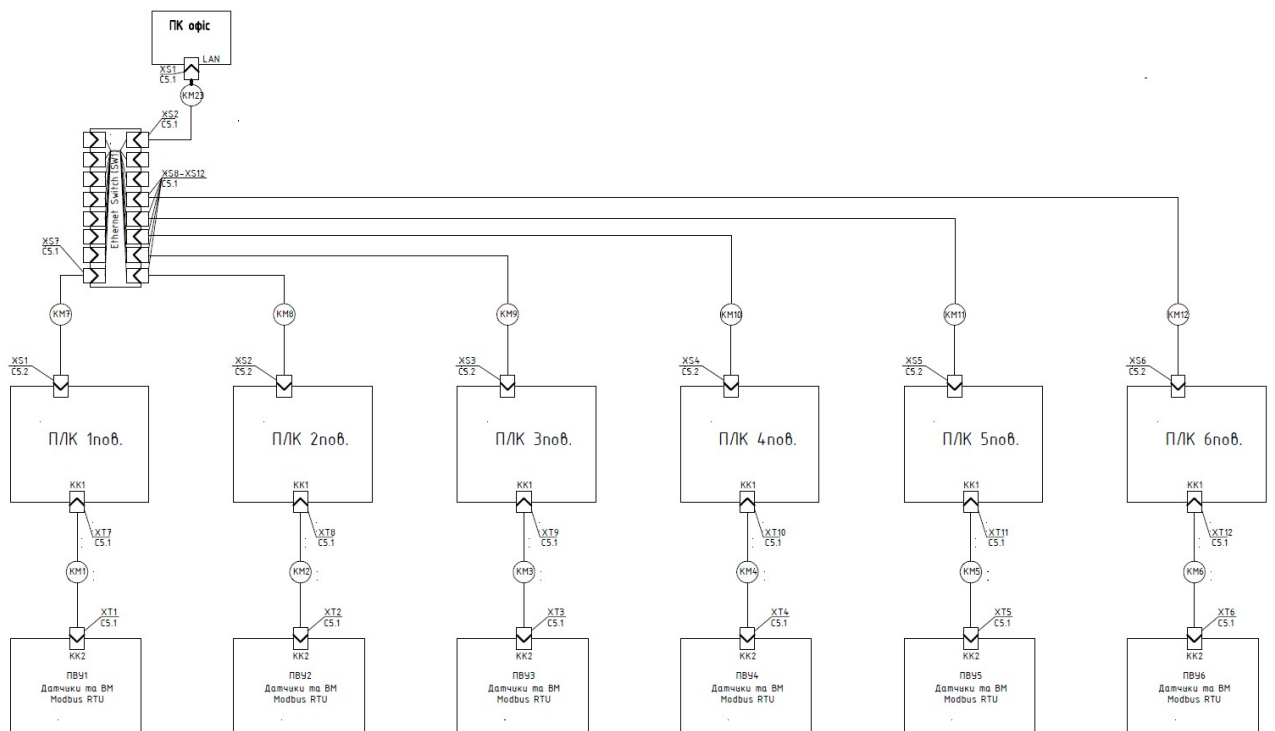


Рис.3.4.1. Схема з'єднань проводок промислових мереж

Таблиця 3.4.1 Перелік елементів до схеми з'єднань

| Найменування | К-ть | Примітка |
|--------------------|------|--------------------------------|
| ПК офіс | 1 | Офісного виконання |
| ПЛК 1поб. | 1 | VTS uPC3 |
| ПЛК 2поб. | 1 | VTS uPC3 |
| ПЛК 3поб. | 1 | VTS uPC3 |
| ПЛК 4поб. | 1 | VTS uPC3 |
| ПЛК 5поб. | 1 | VTS uPC3 |
| ПЛК 6поб. | 1 | VTS uPC3 |
| SW 1 | 1 | |
| Мережні з'єднувачі | | |
| XS1-XS12 | 12 | Неекранований RG-45 типу вилок |
| XT1-XT12 | 12 | |
| Мережні кабелі | | |
| KM1-KM12 | 25 | |

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
|------|------|----------|--------|------|

Розділ 4 – Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)

4.1. Опис алгоритму роботи програми

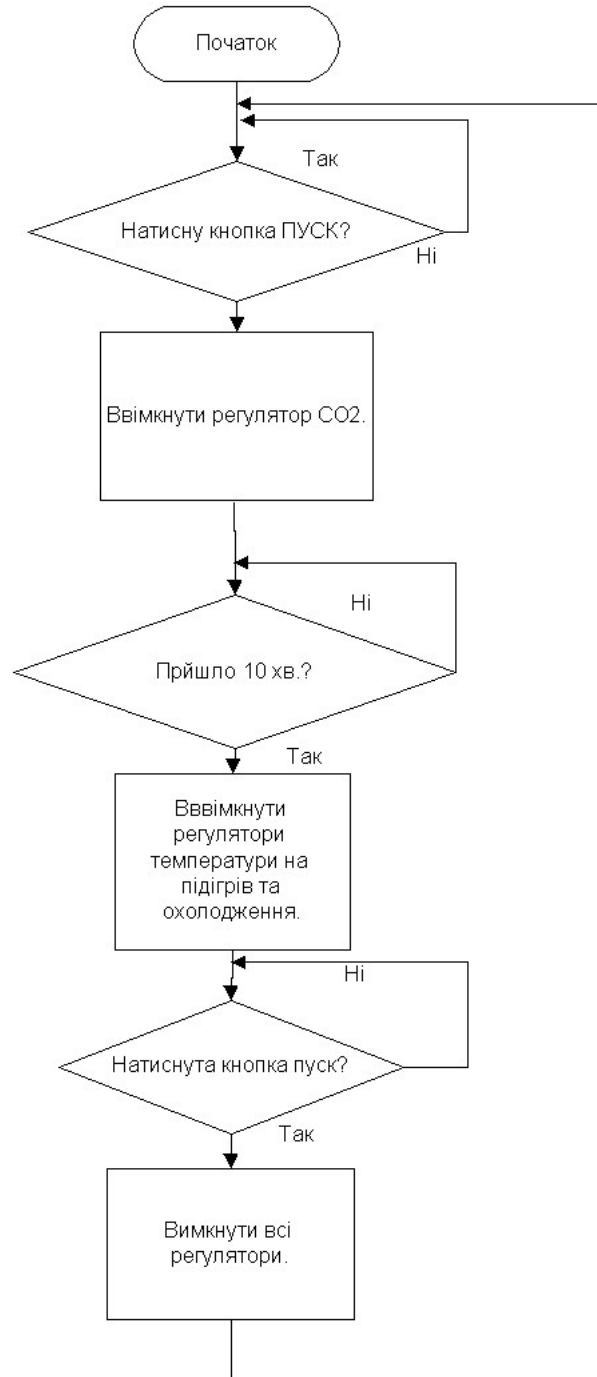


Рис.4.1. Блок-схема алгоритму управління

| | | | | | | | | |
|--------------|------|-----------------|--------|------|--|-----------------|------|---------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота. Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Розробка підсистеми вентиляції для автоматизованої системи керування офісною будівлею | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Студент | | Максименко А.О. | | | | | | |
| Керівник | | Романов М.С. | | | | | | |
| Зав.кафедри. | | Смітюх Я.В. | | | | | | |
| Секретар ДЕК | | Проскурка Є.С. | | | | | | |
| | | | | | | НУХТ ІА-2-2м 62 | | |

4.2. Опис спеціального програмного забезпечення

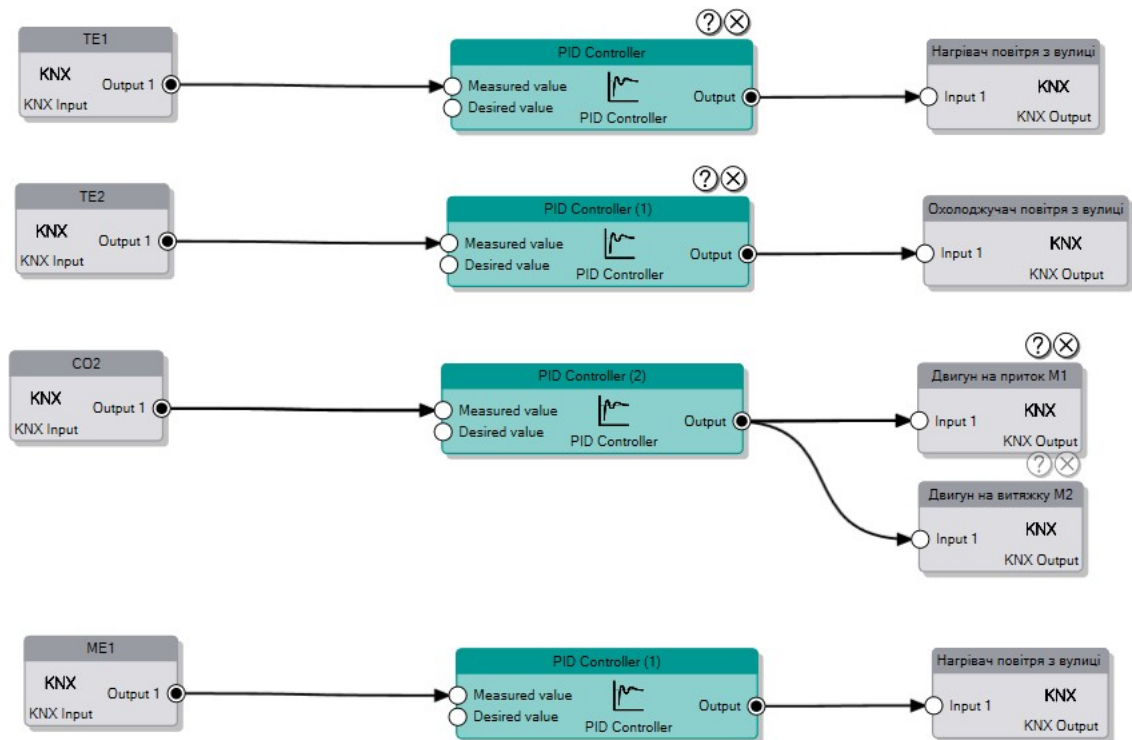
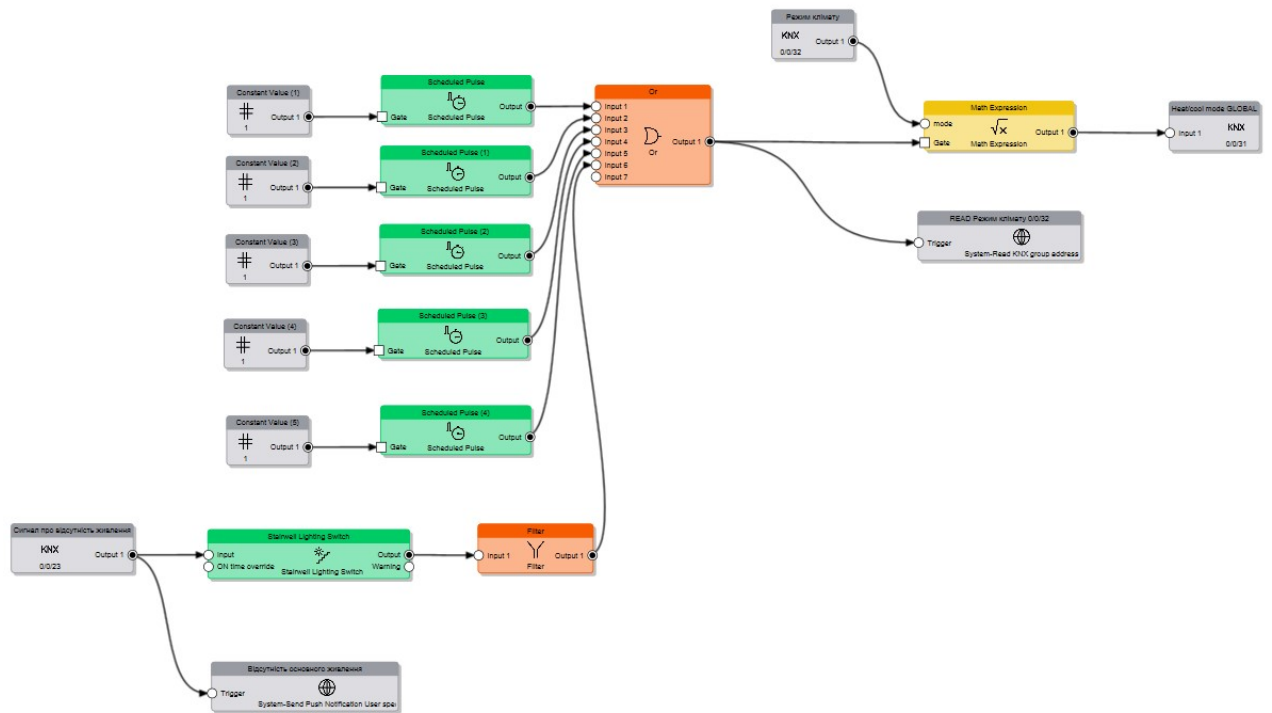


Рис.4.2 Фрагмент програми

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

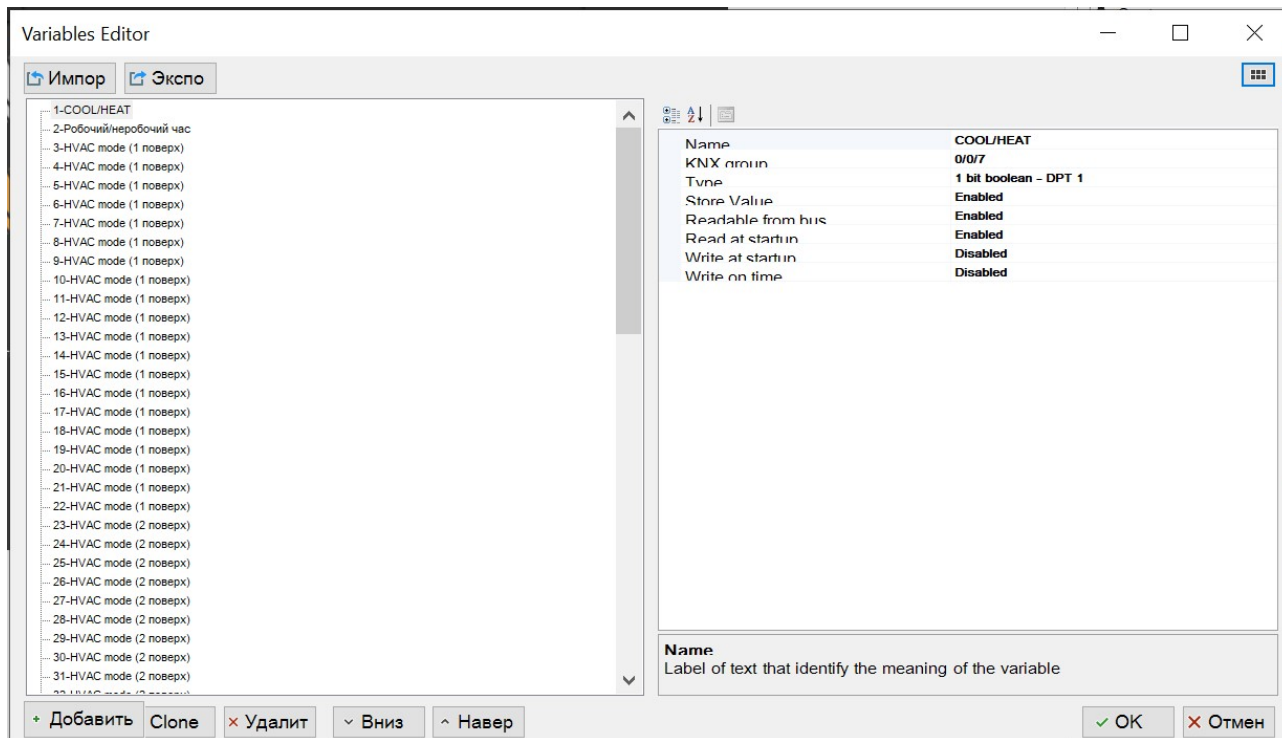


Рис.4.4 Змінні, що використовуються у програмі

4.3 Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога.

1. Візуалізація VTS реалізована в КОЖНОМУ контролері UPC3, тому кожен покупець нового контролера може скористатися ним. Її не потрібно замовляти спеціально.

2. Вона не потребує додаткових інтерфейсних модулів.

3. Візуалізація VTS НЕ Є програмою, яку потрібно встановлювати на персональний комп'ютер.

4. Вона браузерної програмою, тобто. працює за допомогою браузера. Переважно використовувати Chrome. Таким чином вона може працювати на будь-якому пристрої, де є браузер (ПК, планшети, смартфони).

5. За наявності виходу в Інтернет і певних налаштувань можна організувати віддалене управління.

6. Пульти НМІ Advanced та Візуалізація VTS мають однаковий пріоритет. Це називають пріоритетом останньої команди, тобто контролер виконує останню команду від цих центрів управління.

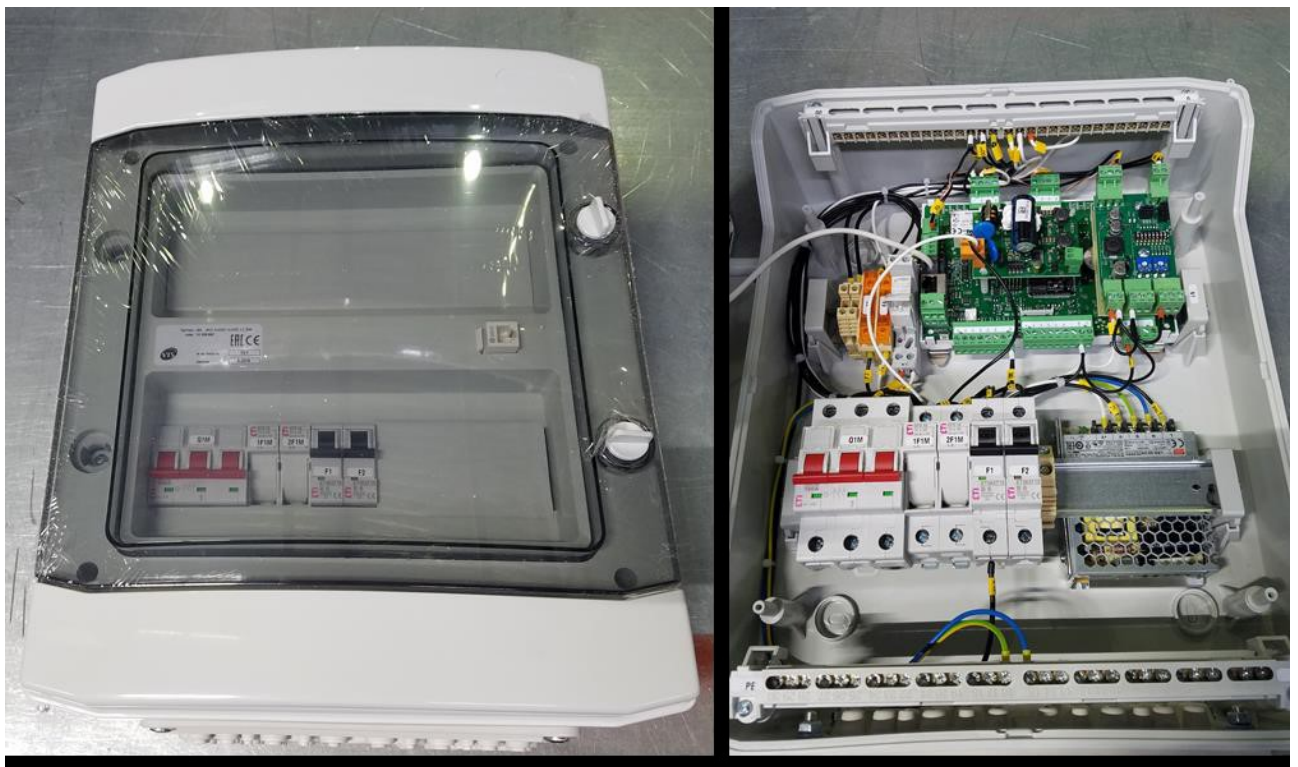


Рис.4.5 Щит управління ПВУ

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|------|
| | | | | | | Кваліфікаційна робота. Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 65 |



Рис.4.6 Зовнішній вигляд контролера UPC3

Щит управління (контролер UPC3) має роз'єм для підключення стандартного кабелю Ethernet (синім кольором на рис. вище). Існують дві основні схеми підключення щита управління (контролера): безпосередньо до ПК оператора або через локальну мережу будівлі (через роутер/сервер). Застосування дистанційного керування через Інтернет фактично зводиться до організації віддаленого доступу до робочого місця оператора або роутера/сервера.

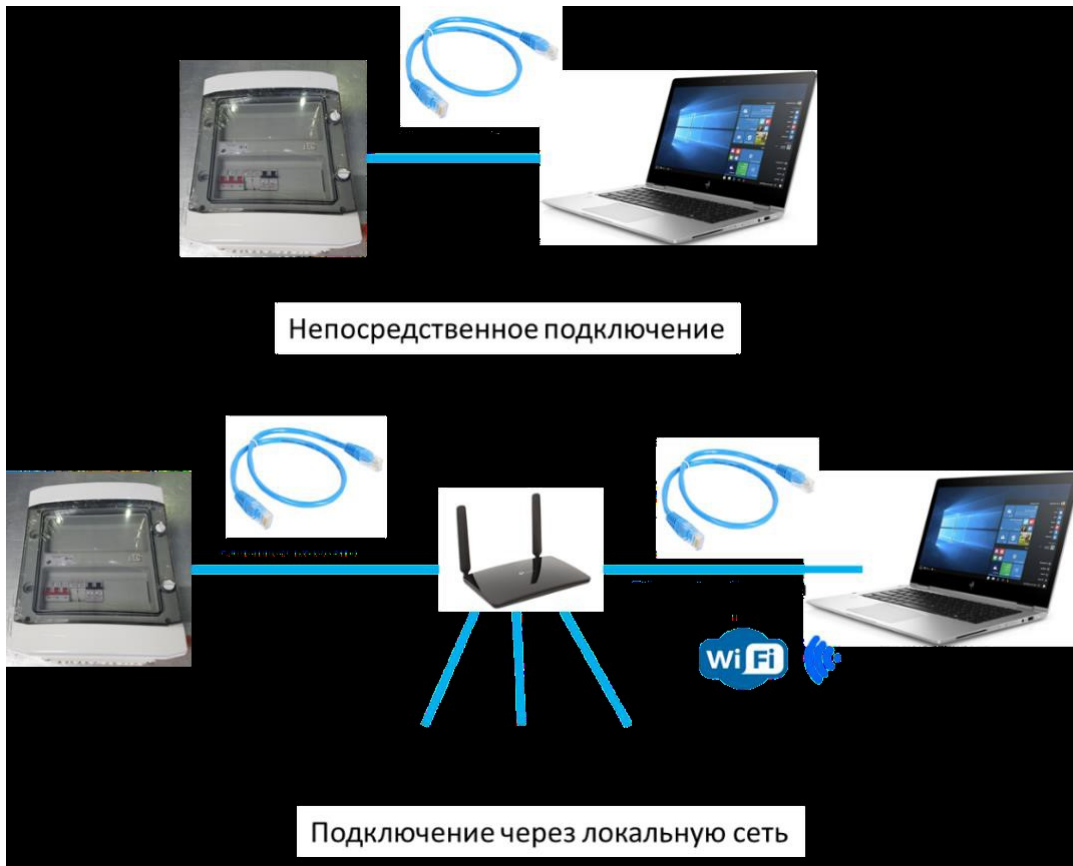


Рис.4.7 Підключення через локальну мережу



Рис.4.8 Змінні системи диспетчеризації

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота. Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | Арк. 67 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |



Рис.4.8. Мнемосхема відділення

На сторінці Alarm ми можемо налаштувати, змінювати аларми, дивитися історію в вікнах алармових повідомлень:



Рис.4.9. Вікно алармів

На сторінці Trend ми можемо спостерігати за графіком змінної та налаштувати її: Можна подивитись архівні записи які зберігаються в пам'яті.

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|------------|
| | | | | | | Кваліфікаційна робота. Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | Арк. 68 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | |



Рис.4.10. Вікно трендів

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота. Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 69 |

Висновки

В кваліфікаційній роботі розроблена технічна документація системи автоматизації процесу управління приточно-витяжної установки офісу.

Основною метою розробки системи автоматизації є економічна ефективність і отримання додаткового прибутку від впровадження проекту. Внаслідок впровадження системи автоматизації підвищиться якість продукту, а також обсяг виробництва, зменшаться витрати на паливо та електроенергію, а також на ремонт та обслуговування лінії виробництва. Всі ці фактори дають можливість отримати додатковий прибуток.

Система автоматизації розроблена із використанням сучасних програмованих логічних контролерів, а саме із використанням програмованого контролера, що має переваги перед локальними системами, а також забезпечує оптимальне ведення процесу виробництва пива. Завдяки автоматичним системам регулювання температури та рівня, контролю основних технологічних параметрів виробництва програмований логічний контролер забезпечує високу якість продукту, компенсує збурення, що негативно впливають на процес виробництва.

Прийняті технічні рішення описані в пояснювальній записці, проілюстровані в графічній частині.

При розробці даного дипломного проекту були по можливості враховані всі вимоги, які ставляться до сучасних систем автоматизації.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота. Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | Арк. |
| | | | | | | 70 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Бібліографічний список

1. Бабіченко А.К. Промислові засоби автоматизації / А.К.Бабіченко. – Харків.: НТУ «ХПІ», 2001. – 470 с.
2. Дорф Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 832 с.
3. Дейнеко Л. В. Розвиток харчової промисловості України в умовах ринкових перетворень / Л. В. Дейнеко. – К. : Знання, 1999. – 331 с
4. Пупена О.М., Ельперін І.В., Луцька Н.М., Ладанюк А.П. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: Навчальний посібник. – К.:Вид.-во "Ліра-К", 2011. - 552 с.
5. Трегуб В. Г., Ладанюк А. П., Плужников Л. Н. Проектирование, монтаж и эксплуатация систем автоматизации в пищевой промышленности: Учебник для вузов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 352 с.
6. Трегуб В. Г., Ладанюк А. П. Проектирование, монтаж и эксплуатация систем автоматизации пищевых производств. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1982. – 352 с.
7. Трегуб В. Г. Проектування, монтаж та експлуатація систем автоматизації: Навч. посібник – К.: НМК ВО, 1990. – 80 с.
8. Основи проектування систем автоматизації з елементами САПР: Метод. вказівки до практичних занять для студ. напряму 0925 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" ден. та заоч. форм навч./ Уклад.: В.Г. Трегуб. – К.:НУХТ, 2008. – 67 с.
9. Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств: Учебник для вузов по специальности "Автоматизация и комплексная механизация химико-технологических процессов". – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 424 с., ил.
10. Нестеров А. Л. Проектирование АСУТП. Книга 1 / Нестеров А. Л.: – СПб. Издательство: ДЕАН. 2006. –

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота. Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 71 |

11. Нестеров А. Л. Проектирование АСУТП. Книга 2. / Нестеров А. Л.: - СПб. Издательство: ДЕАН. 2009. –
12. Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам и автоматике. Под ред. А.В.Калиниченко: М.: "Инфа-Инженерия", 2008. – 576 с.
13. Дж. Фрайден. Современные датчики. Справочник. Москва: Техносфера, 2005. – 592 с.
14. Монтаж средств измерений и автоматизации: Справ. / Под ред. А. С. Ключева. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 728 с.
15. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие / Под ред. А. С. Ключева. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
16. Основи проектування систем автоматизації з елементами САПР: Метод. вказівки до практичних занять для студ. напряму 0925 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" ден. та заоч. форм навч./ Уклад.: В.Г. Трегуб. – К.:НУХТ, 2008. – 67 с.
17. Проектування комп'ютерно-інтегрованих систем: Метод. вказівки до викон. курс. проекту для студ. спец. 7.05020202 «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси та виробництва» ден. та заоч. форм навч./ Уклад.: О.М.Пупена К.: НУХТ, 2011. 45 с.
18. Людино-машинні інтерфейси: Метод. вказівки до виконан. курсової роботи для студ. напряму 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» ден. та заоч. форм навч. / Уклад.: В.М. Кушков. – К.: НУХТ, 2010. – 15 с.
19. Контролери та їх програмне забезпечення: Метод. вказівки до виконання курс. проекту для студ. спец. 6.092500 “Автоматизоване управління технологічними процесами” і “Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва” ден. та заоч. форм навчання /Уклад.: І.В. Ельперін, О.М. Пупена, М.Д. Місюра, С.М. Швед - К.: НУХТ, 2008.- 36 с.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота.</i> | Арк. |
| | | | | | <i>Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології"</i> | 72 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

20. Автоматизация производственных процессов и АСУТП в пищевой промышленности. Л.А. Широков, В. И. Михайлов, Р.З. Фельдман и др; под ред. Л.А. Широков. - М: Агропромиздат, 1986.-311 с.
21. Охрана труда на предприятиях пищевой промышленности М. 1994.В. С. Никитин Бурашников В. К.
22. Державний нормативний акт про охорону праці ДНАОП 1.8.10. - 1.13 – 97. “Правила безпеки при виробництві солоду, пива та безалкогольних напоїв”. К.: 1997.
23. Автоматизация технологических процессов пищевых производств. Учебник для ВУЗов. Под редакцией Е. Б. Каприна – 2-е изд. 1989.
24. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. Емельянов А. И. Капник О. В. Справочное пособие. 3-е издание Энергоиздат 1983.
25. Автоматизация производственных процессов и АСУТП в пищевой промышленности. Л.А. Широков, В. И. Михайлов, Р.З. Фельдман и др; под ред. Л.А. Широков. - М: Агропромиздат, 1986.-311 с.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота. Спеціальність 151 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології" | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 73 |