

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота складається з графічної частини і пояснювальної записки.

Об'єм графічної (ілюстративної) частини кваліфікаційної роботи становить 12 слайдів.

Об'єм пояснювальної записки складає 64 друковану сторінку формату А4 (210×297).

В кваліфікаційній роботі нараховується 31 рисунок та 3 таблиці з даними. Використано 15 літературних джерел.

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання розробки автоматизованої системи управління вентиляцією офісної будівлі на основі програмованого логічного контролера Pixel. У цій кваліфікаційній роботі передбачена установка припливного агрегату – мультизональна система VRV Daikin (Variable Refrigerant Volume або змінна витрата холодильного агента). Вона є місцевою системою кондиціювання, де до одного зовнішнього блоку можна підключати до 30 внутрішніх секцій, що працюють автономно в різних режимах.

Головним фактором, що визначає енергоспоживання та капітальні витрати ВКВ, є витрати на вироблення одиниці холоду. Тому вважаємо, що це економічніше при вирішенні завдання створення та підтримання параметрів мікроклімату в приміщенні.

## **ЗМІСТ**

ВСТУП.....	10
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА .....	14
1.1. Визначення інвертора .....	14
1.2. Оперативне досягнення комфортного мікроклімату.....	15
1.3 Зниження споживання електроенергії.....	15
1.4 Оптимальне управління потужністю.....	15
2. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА .....	<b>Помилка! Закладку не визначено.</b> 7
2.1. Структура сучасних АСУ.....	<b>Помилка! Закладку не визначено.</b> 7
2.1.1 Автоматизація систем припливної та витяжної вентиляції.....	18
2.1.2 Схема функціонування систем припливної та витяжної вентиляції.....	19
2.1.3 Опис функціонування системи.....	20
2.1.4 Автоматизація процесу регулювання.....	23
2.2. Розробка функціональної схеми .....	<b>Помилка! Закладку не визначено.</b> 7
2.2.2. Специфіка захисту водяного калорифера.....	31
2.2.3 Функції контролю.....	31
2.2.4. Функції регулювання.....	32
2.2.5 Функції управління.....	32
2.3 Розробка принципово електричної схеми.....	36
2.3.1 Зимовий режим роботи.....	37
2.3.2 Вентиляційний режим.....	38
2.3.4 Аварійні режими.....	38
2.3.5 Літній режим роботи.....	39
2.3.6 Режими аварій .....	39
3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	41
3.1 Вибір основних елементів управління .....	41
3.1.1 Контролер.....	41
3.2 Програмування контролера.....	44
3.2 Вибір допоміжних елементів управління.....	46
3.2.1 Давачі.....	46
3.2.1.1 Первинний вимірювальний температурний перетворювач QAC2010.....	46
3.2.1.2 Давач-реле перепаду тиску повітря QVM81.5.....	47
3.2.1.3 Термостат накладного типу RAK-TW.5000.....	48
3.2.2 Виконавчі механізми та насоси.....	49
3.2.2.1 Привід повітряного клапана типу GMA126.1E.....	49
3.2.2.2 Циркуляційний насос типу UPS 25-20.....	49
3.2.2.3 Привід ЗРК класу SSB61U.....	50
3.2.3 Регулюючий клапан.....	50
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ .....	54

4.1. Виникнення ЕМІ при наземному і висотному ядерних вибухах .....	54
4.2. Методи захисту електронної апаратури від дії ЕМІ ядерних вибухів.....	56
<u>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</u> КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ .....	63
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	64

## ВСТУП

У ході свого життя людина проводить величезну кількість часу у закритих приміщеннях. Стан його здоров'я, настрій, працездатність багато в чому визначаються показниками мікроклімату у приміщенні. Підтримання оптимального мікроклімату, а також подача свіжого повітря в замкнутий простір зазвичай покладається на системи кондиціонування та вентиляції.

Це пов'язано з бажанням власників нерухомості підвищити якість життя, поліпшити трудові умови, забезпечити захист від забруднення атмосфери, або запобігти проникненню шуму з вулиці. Фінансові кошти, витрачені на монтаж, налагодження та подальше використання систем кондиціонування або вентиляції, окупаються рядом переваг, таких як:

- створення сприятливих умов для працівників та відвідувачів;
- скорочення проникаючого приміщення вуличного шуму, оскільки вікна залишаються постійно закритими;
- максимальне зниження ступеня проникнення пилу або бруду до приміщення (зокрема, на цокольному поверсі);
- виникнення можливості розмістити на обмеженій ділянці велику кількість працівників без погіршення мікроклімату;
- підтримання необхідних параметрів мікроклімату (температура повітря, рівня вологості тощо) як найважливішого чинника збереження працездатності трудящих.

Сучасна офісна нерухомість характеризується поганою теплоізоляцією, що пов'язано з останніми архітектурними тенденціями до застосування скління фасадів, а також зведення несучих конструкцій з малоінерційними властивостями. Нерідко в робочих приміщеннях через штучне освітлення та функціонування копіювальної техніки навіть у холодну пору року підвищується температура, внаслідок чого її необхідно знизити. Величезна площа офісних приміщень, нестандартне планування, значне число кімнат у будівлі з індивідуальним навантаженням на ВКВ, необхідність постійного регулювання повітряного

режиму визначили специфічні вимоги до систем кондиціонування. Використання герметичного виду скління фасадів для запобігання проникненню шуму та пилу,

Основним принципом керівництва у процесі вибору технічних рішень під час проектування систем кондиціонування є реалізація намічених цілей у межах наявного бюджету. Іншими словами, споживання теплоти, холоду, електроенергії, фінансові засоби на придбання обладнання, облаштування майданчика для обладнання мають зводитись до мінімально неминучих показників.

При виборі технічних рішень ВКВ досвідчені фахівці завжди враховують плюси та мінуси окремих рішень, не забуваючи брати до уваги технічні особливості завдання.

Для підтримки комфортного мікроклімату в приміщенні використовується три способи:

- **Центральна система кондиціонування.**

Завдання досягнення необхідних параметрів вологості та температури покладається на центральні кондиціонери, які широко застосовуються у системах комфортного та технологічного кондиціонування. Вони є неавтономними кондиціонерами, для яких холод і тепло підводиться ззовні (тобто вони обладнані підведенням холодоагенту, холодоносія, пари, гарячої води). Приводи вентиляторів, насоси, а також інші компоненти такого обладнання наводяться за допомогою споживаної електроенергії. Центральні кондиціонери використовуються для створення комфортного мікроклімату в одному чи кількох приміщеннях.

У типі обладнання повітряна маса обробляється в кондиціонері, після чого подається по повітроводах в замкнутий простір. Холод виробляється з допомогою спеціального охолоджувача, так званого чиллера, чи компресорно-конденсаторного блоку, що доводить холодоагент до температури кипіння.

- **Центрально-місцева система кондиціонування.**

Установки кондиціонування центрального типу здатні обробляти тільки зовнішню повітряну масу, яка через повітропроводи надходить у приміщення. У замкнутому просторі розташовуються місцеві системи кондиціонування, які

обробляють повітряну масу всередині приміщення, регулюючи тим самим термічний режим, рівень вологості та інші показники.

- Місцева система кондиціонування (спліт-системи).

Цей тип обладнання встановлюється в просторі, що обробляється. Головною перевагою таких виробів є відсутність повітроводів, можливість оперативного регулювання термічного режиму у кожному приміщенні. Мінусом спліт-систем вважається відсутність забору повітря ззовні.

У нашому випадку з багатокімнатним плануванням центрально-місцева система кондиціонування має переваги перед іншими ВКВ і є прикладом економічного та екологічного рішення.

Прогрес не стоїть на місці, внаслідок чого вимоги до якості життя постійно підвищуються, а енергетичні та фінансові витрати на підтримання комфортного мікроклімату у спорудах цивільного призначення невблаганно зростають. Насамперед, електроенергія та кошти витрачаються на опалювальні, кондиціонування та вентиляційні системи.

Діючі кошторисні норми на будівництво об'єктів цивільного призначення передбачають 15-20% капітальних та близько 15% експлуатаційних витрат, що йдуть на вентиляційні та кондиціональні системи повітря, причому у будівлях виробничого призначення ця цифра іноді сягає 30%.

Головним питанням, яке набуває все більшої актуальності, стала ціна створення та підтримки комфортного мікроклімату в приміщеннях.

При виборі технічного рішення ВКВ рекомендується врахувати насамперед усі плюси та мінуси системи, а також особливості конкретного об'єкта нерухомості.

У нашому випадку з багатокімнатним плануванням центрально-місцева система кондиціонування має переваги перед іншими ВКВ і є прикладом економічного та екологічного рішення.

У цій кваліфікаційній роботі передбачена установка припливного агрегату – мультизональна система VRV Daikin (Variable Refrigerant Volume або змінна витрата холодильного агента). Вона є місцевою системою кондиціонування, де до

одного зовнішнього блоку можна підключати до 30 внутрішніх секцій, що працюють автономно в різних режимах.

Головним фактором, що визначає енергоспоживання та капітальні витрати ВКВ, є витрати на вироблення одиниці холоду. Тому ми вважаємо, що це економічніше при вирішенні завдання створення та підтримання параметрів мікроклімату в приміщенні.

## **1.АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.**

Мультизональні системи кондиціонування є різновидом центральних систем кондиціонування повітряної маси. Даний вид обладнання був винайдений недавно – перша модель VRV системи була зроблена в 1982 році. Самі вироби складаються з невеликої кількості зовнішніх та безлічі (до 30) внутрішніх блоків. Секції об'єднані загальною системою управління за допомогою комп'ютера та єдиною мережею трубопроводів, якими циркулює фреон. Внутрішні секції можуть бути розташовані на відстані до 100 метрів від зовнішніх блоків, що приблизно можна порівняти з висотою 17-поверхової будівлі. Перепад висот може досягати 50 метрів, завдяки чому окремі комунікації систем кондиціонування легко захопити у підсобному приміщенні, на даху, у підвалі, або іншому приміщенні.

Внутрішні секції виготовляються касетним, настінним, каналним, підлоговим, стельовим, колонним виглядом. VRV – системи характеризуються високим рівнем автоматизації процесів, тривалим терміном служби, економічністю, що досягається завдяки використанню інверторної технології.

У перелік переваг інверторної технології входять:

- Скорочення часу запуску на 1/3;
- Відсутність стрибків напруги в електромережі;
- Знижене споживання електроенергії на 30%;
- Оперативне досягнення заданого термічного режиму;
- Точне підтримання температури у закритому просторі; • Холодильний коефіцієнт на 30% вищий, ніж у інших аналогів.

### **1.1Визначення інвертора**

Під поняттям інвертор мають на увазі схему перетворення потужності, що забезпечує електронне управління напругою, силою струму та частотою. В інверторній системі представлена схема відповідає за контроль кількості обертів у компресорі, що в кінцевому підсумку впливає на параметри вихідної потужності кондиціонування обладнання. Зі збільшенням частоти обертів підвищується і вихідна потужність, і, навпаки – зі зниженням частоти обертів цей параметр також



зменшується. Завдяки інверторним системам забезпечується точне управління термічним режимом, чого не можна досягти у моделях іншого типу.

## **1.2 Оперативне досягнення комфортного мікроклімату**

Кондиціонер інверторного типу в автоматичному режимі вибирає необхідний рівень потужності для надання повітряній масі певної температури. Процес нагрівання (охолодження) протікає вдвічі швидше, ніж у звичайних кондиціонерах без інвертора.

Існує безліч технічних рішень задля забезпечення необхідних властивостей мікроклімату, з виду будівлі, його призначення, передбачуваних фінансових витрат, показників довкілля. Основним принципом для керівництва при виборі технічних рішень для створення систем кондиціонування та вентиляції повітряної маси в приміщеннях залишається досягнення заданих цілей за мінімально можливих фінансових витрат. Як наслідок, виникає необхідність порівняння кількох варіантів.

## **1.3 Зниження споживання електроенергії**

Інверторна схема допомагає значно зменшити споживання електроенергії. Економічність досягається за рахунок підвищеної продуктивності теплообмінника та компресора, інноваційного мікропроцесорного керування обладнанням, а також інших функцій, що відповідають за енергоємність кондиціонерів. Висока швидкість набору заданої температури гарантує менше часу, яке пристрій проводить у працюючому стані в порівнянні з іншими моделями. Отже, обладнання споживатиме менше електроенергії, що знизить експлуатаційні витрати.

## **1.4 Оптимальне управління потужністю**

Інверторна система забезпечує комфортний мікроклімат у приміщенні. Досягши заданих параметрів кондиціонування повітряної маси, система здійснить налаштування вихідної потужності для подальшого досягнення необхідних показників. Це дозволить уникнути перепадів потужності та досягти ефективного енергозбереження. Завдяки наявності широкого діапазону вихідної потужності

обладнання задана температура збережеться навіть за великої кількості людей у приміщенні. Збереження комфортного мікроклімату в замкнутому просторі незалежно від кількості людей – ще одна особливість інверторної системи. 2. Цілі та завдання системи управління.

Опція автоматичного регулювання використовується з метою підтримки одного (частіше за кілька) показників повітряної маси в заданих параметрах, що визначаються технологічними або індивідуальними вимогами. До списку таких параметрів можуть належати:

- термічний режим припливного повітря;
- рівень вологості припливної повітряної маси
- термічний режим повітря у певному приміщенні;
- рівень вологості повітряної маси у конкретному приміщенні;
- якісна складова повітря у приміщенні (тобто кількість CO<sub>2</sub>).

Сучасні підходи до організації ефективної роботи систем регулювання передбачають, крім підтримки встановлених параметрів, вирішення наступних завдань:

- Фіксація та запобігання аварійним ситуаціям, опрацювання звітів локальному або віддаленому спостерігачеві про аварійні ситуації (по мережі інтернет, за допомогою SMS тощо), здійснення дій з їх усунення.

- Ведення архівів необхідних показників технологічного процесу, завдяки чому за необхідності можна сформувати звіт або провести аналіз ефективності устаткування.

- Забезпечення можливості взаємодії з рівнем диспетчеризації, внаслідок чого може бути налагоджено віддалений та наочний контроль параметрів, своєчасне виявлення аварійних ситуацій; можливість створення єдиної інформаційної підсистеми, що функціонує разом із автоматикою іншого устаткування.

- Виконує завдання регулювання параметрів з мінімальним рівнем енергоспоживання.

## 2. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

### 2.1. Структура сучасних АСУ.

Поставлені перед обладнанням цілі та завдання визначили вигляд сучасних систем управління, які переважно представляють ієрархічну структуру.

На нижньому рівні (так званому рівні регулювання) функціонують комбінації датчиків та виконавчих механізмів, які відповідають за регулювання обладнанням. Перелічені елементи генерують інформаційні потоки центральне ланка – контролер. Він приймає відомості від датчиків і генерує керуючі сигнали, які надходять у необхідні виконавчі механізми.

Всі контролери діляться на два види - жорстко прошити і вільно програмовані. Логіка роботи останнього виду закладається на етапі проектування системи кондиціонування, або у процесі проведення пусконаладжувальних робіт. Прошиті контролери не можна перепрограмувати, тому вони вважаються менш гнучкими пристроями.

Кожен контролер передбачає опцію інформаційного обміну із верхнім рівнем диспетчеризації. Він допомагає у спрощеному, зрозумілому та зручному вигляді відобразити ключові параметри технологічного процесу. Також на даному рівні є можливість вести архів показників системи, доповнювати відомості звуковим чи графічним супроводом, зокрема у разі виникнення аварійної ситуації. Деякі рівні диспетчеризації характеризуються додатковими комунікаційними опціями (наприклад, можливість надсилання SMS, забезпечення доступу через мережу інтернет тощо).

В управлінні обладнанням, що кондиціонує, зазвичай використовується два типи сигналів для управління, які відправляються контролерами. Дискретний (цифровий, бінарний, двійковий) сигнал на кшталт увімкнено/вимкнено залежить від відсутності/наявності керуючої напруги. Головним його призначенням стала комутація керуючих пристроїв, ШІМ-управління (виробництво серії імпульсів, що закривають або відкривають регулюючий орган) та ін.

Аналоговий (речовий) сигнал – це змінюваний контролером показник стандартного діапазону струму або напруги. Головним його призначенням стала вказівка керуючого пристрою ступеня інтенсивності роботи (наприклад, діапазону відкриття регулюючого органу).

Точно такий поділ виконується для вхідних сигналів. Дискретні входи використовуються для відстеження перевищень конкретного параметра. Аналогові входи використовуються для вимірювання фізичних величин, що постійно змінюються - термічного режиму, тиску, рівня рідини і т.д.

Управління обладнанням полягає у обробці сигналів відповідно до цілей та завдань регулювання обладнання, а також приведення виконавчих механізмів у дію.

### **2.1.1 Автоматизація систем припливної та витяжної вентиляції.**

У системі припливної вентиляції функціонують такі елементи, як:

- привід відсікаючої заслінки;
- давач термічного режиму зовнішнього повітря
- давач-реле перепадів тиску на фільтрі
- клапан регулювання, встановлений на водяному нагрівнику;
- насос циркуляційного типу;
- термостат запобігання промерзанню повітрянагрівача по воді
- термостат запобігання промерзанню калориферу повітрям
- повітряний охолоджувач фреону;
- нагрівач електричного типу;
- термостат захисту електронагрівача від перегріву
- вентиляційне встановлення;
- давач-реле перепаду тиску на вентиляторі - генератор пари;
- давач термічного режиму повітряної маси, що видаляється.
- давач рівня вологості повітряної маси, що видаляється.

У систему загального обміну витяжної вентиляції включені такі елементи, як:

- вентиляційне встановлення;
- давач-реле перепаду тиску на вентиляторі
- привід відсікаючої заслінки.

### **2.1.2 Схеми функціонування систем припливної та витяжної вентиляції.**

Система забезпечена двома режимами включення в роботу:

- місцевим (з місцевого пульта керування);
- дистанційним (за допомогою команди оператора або диспетчера з віддаленого пульта).

Система характеризується трьома функціональними режимами:

- *літній варіант*, повітря піддається охолодженню та осушенню в камері з охолоджувачем (фреоном), після чого нагрівається до температури припливного повітря у спеціальному електронагрівачі (ВН2);
- *зимовий варіант*, повітря піддається нагріванню в секції водяного повітрянагрівача (далі ВН1), після чого проходить процедуру зволоження із застосуванням парогенератора;
- *черговий варіант роботи* перемикач "Пуск" переводиться в положення "Вимк" або в положення "ДУ" Система кондиціонування вимикається, але функція контролю від заморожування ВН1 виконується.

Запуск роботи витяжної вентиляційної системи проводиться від припливної вентиляції.

При спрацьовуванні зовнішнього датчика, що сигналізує про спалах, система автоматично перетворюється на черговий режим роботи.

Система керує та контролює такими параметрами, як:

- термічний режим зворотного теплоносія за термостатом;
- термічний повітряний режим нагрівача ВН1 по термостату;
- термічний режим припливної повітряної маси;
- рівень вологості припливної повітряної маси;

- ступінь засмічення фільтра за допомогою датчика-реле, що фіксує перепад повітряного тиску;
- роботу вентилятора по датчику-релі, що фіксує перепади тиску повітря;
- роботу вентиляційної установки за показниками струму короткого замикання;
- перегрів нагрівача ВН2 за термостатом;
- роботу повітряної заслінки за допомогою електроприводу;
- роботу регулюючого клапана на теплоносії;
- роботу компресорно-конденсаторного блоку;
- роботу вентилятора;
- роботу парогенератора;
- роботу насоса циркуляційного типу.

Існує кілька варіантів роботи обладнання, що запобігають заморожуванню нагрівача ВН1. Серед них:

1) зимовий – контроль термічного режиму зворотного теплоносія та температури повітряної маси в нагрівачі ВН1 за термостатом (за теплообмінником);

2) літній – контроль термічного режиму повітря в нагрівачі ВН1 за термостатом.

Зараз виробниками кондиціонерів випускаються стандартні шафи САУ типу К-Ф-ТО-ХО-АВ, у яких встановлюють сухі контакти. Вони забезпечують запуск витяжних агрегатів одночасно з початком вентилятора припливних пристроїв.

### **2.1.3 Опис функціонування системи**

Запуск системи здійснюється за допомогою перемикача "Пуск", який ставиться в положення "Увімк", після чого загоряється світлова індикація "Пуск".

**Літній режим** роботи (перемикач на пульті управління поставлений в положення "Літо") передбачає запуск двигуна припливної вентиляційної установки, після чого повітряна заслінка приводиться в повністю відкрите положення за допомогою електроприводу. У процесі встановлення заслінки у

відкрите положення на щиті висвічується світлова індикація «Заслінка припливна», починає працювати датчик-реле з перепаду повітряного тиску на фільтрі. Через певний час приводиться в дію давач-реле перепаду тиску на вентиляційній припливній установці. Як тільки цей елемент увійде до робочого режиму, на щиті висвітлиться індикація «Вентилятор припливний». Клапан регулювання охолоджувача здійснює регулювання термічного режиму повітря, а контроль заданих параметрів здійснюється за допомогою каналного давача термічного режиму припливної повітряної маси. У період функціонування літнього режиму загроза промерзання нагрівача ВН1 повітрям виключається завдяки термостату (зазвичай він закривається за нормальної температури 6 — 10 °С). Якщо потрібно злити воду із системи, необхідно попередньо відключити автоматичний захист двигуна на насосі або запобіжнику. Запуск насоса з сухим ротором чреватий його передчасним зносом, або виходом з ладу.

Вентиляційне встановлення витяжного типу включається разом із запуском припливного вентилятора. Повітряна заслінка переводиться у відкрите положення електроприводом, після чого спалахує світлова індикація «Заслінка витяжна». Після закінчення певного часового проміжку включається давач-реле з перепаду тиску на вентиляційній витяжній установці. Щойно припливний вентилятор увійде в робочий режим, на щиті управління висвітлиться індикація «Вентилятор витяжний».

**Зимовий режим роботи:**

а) Тумблер на щиті управління ставиться в положення "Зима", а тумблер "Насос" - у стан "Вимкнути". За рахунок цих маніпуляцій здійснюється постановка системи на черговий режим.

б) Тумблер на щиті управління перетворюється на положення «Зима», тумблер «Насос» – стан «Вкл». Після даних маніпуляцій відкривається водяний клапан, запускається насос. Це призводить до досягнення необхідної температури нагрівача ВН1, після чого в роботу наводиться двигун припливного вентилятора. Електропривод ставить повітряну заслінку у відкрите положення, внаслідок чого на пульті висвічується індикація «Заслінка припливна».

Одночасно з електроприводом починає функціонувати датчик-реле з перепаду повітряного тиску на фільтрі. Після закінчення певного часового інтервалу запускається давач-реле з перепаду тиску на вентилі припливу. Щойно припливний вентилятор досягне робочого режиму, на щиті висвічується індикація «Вентилятор витяжний».

Зовнішня повітряна маса, що пропускається через відкриту повітряну заслінку, прямує на фільтр. У разі перепаду тиску на фільтрі, про що сигналізує датчик-реле, на щиті висвічується індикація Фільтр. Система автоматично не вимикається.

Основною функцією датчика-реле є контроль перепаду повітряного тиску на припливному вентиляторі. За відсутності перепаду тиску протягом певного часу заслінки на припливному та витяжному вентиляторі автоматично закриваються. Моментально починає світитися сигнальна лампа Аварія. Вентилятор припливний» або «Аварія. Вентилятор витяжний», і ці елементи одразу ж вимикаються. Вимкнення відбувається і у випадку, коли пропадає перепад тиску повітря в процесі роботи обладнання.

Основним завданням датчика термічного режиму припливного повітря є визначення температури повітряної маси у повітроводі. Цей елемент відправляє електричний сигнал на контролер, який відповідає за керування регулюючим клапаном подачі води, в режимі роботи «Зима», на теплоносія нагрівача ВН1. При підвищенні температури, що вимірюється, клапан закривається, при зменшенні – відкривається. За рахунок зміни кількості теплоносія, що транспортується в нагрівач ВН1, відбувається нагрівання повітряної маси в системі.

Головною функцією насоса є забезпечення безперервної циркуляції теплоносія в нагрівачі ВН1. Обладнання безперервно функціонує в зимовому режимі, а також запускається в автоматичному режимі, коли надходить сигнал «Мороз». У процесі роботи пристрою на щиті світиться індикація «Насос».

Сигнальне оповіщення «Загроза заморожування нагрівача ВН1» надходить у разі спрацьовування одного з двох або відразу двох термостатів захисту від



промерзання в режимі «Зима». У літньому режимі сигнал формується після спрацьовування повітряного термостата. На щиті висвічується індикація "Мороз". Температурою заморожування повітря вважається 6-10 °З, для води не більше 30-40 °З.

При сигнальному повідомленні про загрозу замерзання системи виконуються такі дії:

- Вимикаються електродвигуни вентиляційних пристроїв;
- Запускається насос циркуляційного типу, незалежно від поточного положення тумблера «Увімк./Вимкн.» на насосі та від положення перемикача режимів «Зима/Літо»;
- Відбувається 100% відкриття клапана, що регулює подачу теплоносія;
- Заслінки вентиляторів повністю закриваються.

Завдяки автоматичі здійснюється постійна підтримка необхідного термічного режиму припливної повітряної маси з одночасним контролем аварійних або передаварійних ситуацій. Параметри роботи системи, тривожні повідомлення та інші індикації виводяться на один або кілька диспетчерських пунктів. Крім цього, система веде цілодобовий запис тривог та параметрів до архіву, переводить їх у графічну форму, автоматично відсилає SMS при виникненні аварійних ситуацій.

Знижене споживання електроенергії в аналізованих установках досягається за допомогою зменшення заданого значення температури (постановки в черговий режим) у нічний час або неробочі дні.

Набір автоматики, що використовується в обладнанні, повністю виконує покладені на нього цілі та завдання, а також відповідає суворим вимогам, що пред'являються до інноваційних систем управління. Не слід забувати про те, що максимальної віддачі автоматики регулювання та безпеки можна досягти лише після створення єдиного інформаційного простору для всіх інженерних систем будівлі. В даному випадку робота окремих пристроїв та систем буде чітко взаємопов'язана та оптимізована.

## 2.1.4 Автоматизація процесу регулювання

### Вибір підконтрольних параметрів

Автоматичний процес регулювання передбачає різні схематичні рішення у межах кожного контуру. Вибір оптимальної схеми автоматизації залежить від аналізу короткочасних добових змін у режимах функціонування систем, що кондиціонують. Також у розрахунок беруться динамічні властивості системи поряд з вимогами, що висуваються до неї, в області точності регулювання, оперативності запуску опцій, інших показників.

Дані вимоги можуть значно варіюватися для систем кондиціонування різного призначення. Наприклад, для комфортного виду обладнання допускаються коливання тв до  $\pm 1$  ( $1,5$ ) $^{\circ}\text{C}$ , фв до  $\pm 10\%$ , для кондиціонування в технологічних приміщеннях - тв до  $0,5$  ( $1$ ) $^{\circ}\text{C}$ , фв до  $\pm 5\%$ , для систем спеціального призначення - тв до  $\pm 0,1$  $^{\circ}\text{C}$ , фв до  $\pm 2\%$ . Регулювання систем припливної вентиляції зазвичай проводиться тільки в холодну пору року, а регулювання системи кондиціонування на протязі всього терміну служби.

Виходячи з динамічних характеристик кондиціонування систем, приміщення, які обслуговуються, можна віднести до об'єктів з розподілиними параметрами. Нестационарні процеси в таких приміщеннях можна описати за допомогою диференціальних рівнянь. Знаходження аналітичного методу розв'язання цих рівнянь представляє великі проблеми, унаслідок чого щодо інженерних розрахунків застосовують спрощені залежності, цілком правильними лише приміщень з зосередженими параметрами. Елементи даних систем кондиціонування повітряних мас розглядаються як інерційні об'єкти, що функціонують із запізненням.

Теплові навантаження, що впливають на систему поряд з характером їх змін, вдається визначити за допомогою аналізу подобових змін значень розрахункових режимів системи з урахуванням нестационарності процесів. Виконання такого аналізу можливе за допомогою різних методик, що ґрунтуються на особистих рішеннях системи дифрівнянь.

Автоматика повинна підтримувати  
потрібну точність параметрів.

Автоматизовані засоби управління можуть видавати будь-яку точність параметрів, при цьому не слід досягати точності, коли вона не є важливою для функціонального призначення приміщення. Крім того, точність параметрів недосяжна, якщо система кондиціювання необхідно не реагує на сигнали, що надходять з регуляторів. З практичної та економічної точок зору звичайні робочі приміщення не потрібно забезпечувати дорогою автоматикою з точним ступенем регулювання параметрів повітря. Оскільки кондиціювання обладнання використовується протягом декількох років (а іноді і десятиліть), рекомендується вибрати просту, недорогу в обслуговуванні модель техніки.

Особливості вибору регулюючого органу

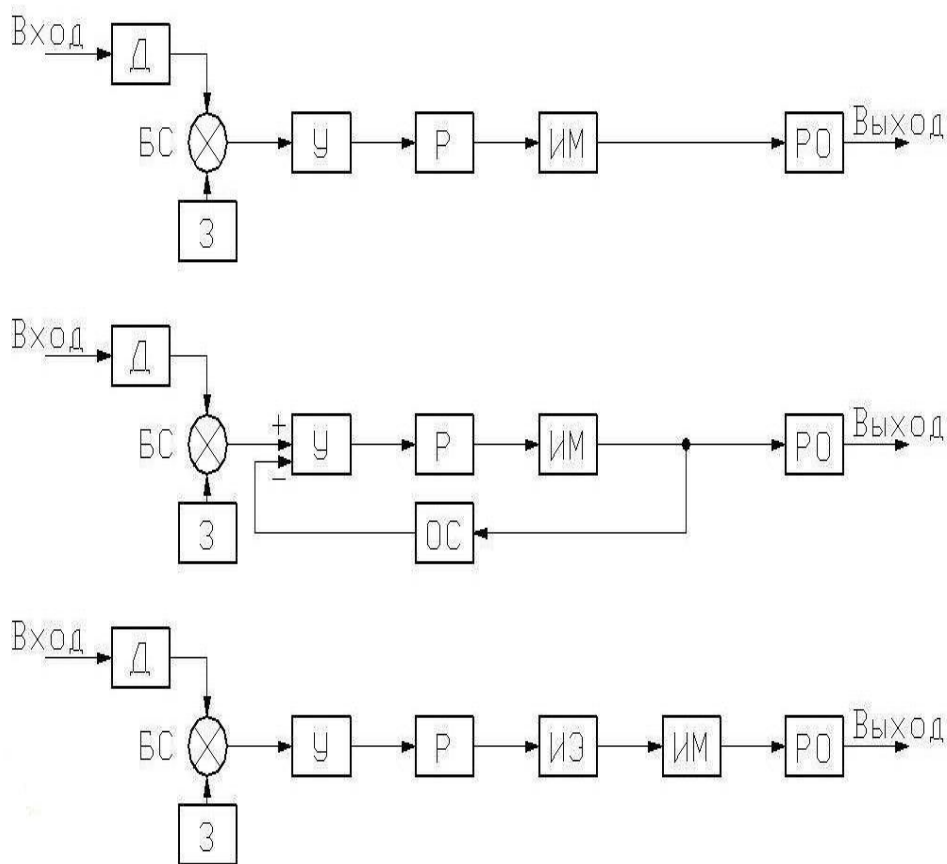


Рис. 2.1. Блок-схема автоіатичних регуляторів

- а) дво- та трипозиційного;
- б) пропорційного та пропорційно-інтегрального;
- в) інтегрального.

Д - давач з чутливим елементом;

З –елемент введення;

БС – блок порівнянь,

У – підсилювач;

Р – реле;

ІМ – виконавчий механізм;

РО - регулюючий орган, який забезпечує процес відкриття і подачі робочого середовища або енергії (клапан, заслінка);

ОС – блок відємного зворотнього зв'язку;

ІЕ – імпульсний елемент.

У системі кондиціонування використовують електричні або пневматичні пристрої автоматичного регулювання, які підтримують такі алгоритми регулювання, як: дво- та трьох- позиційний, пропорційний, інтегральний пропорційно-інтегральний та пропорційно-інтегрально-диференціальний.

Регулятори позиційного типу залучають переважно у схемах захисту калориферів першого ступеня нагрівання та реверсу повітряних клапанів. У деяких випадках їх використовують у контурах регулювання термічного режиму припливної повітряної маси або повітря в приміщенні, коли допускаються значні зміни параметрів.

Для контурів регулювання термічного режиму та рівня вологості багатьох систем комфортного і технологічного кондиціонування перевагу надають пропорційним (П) або інтегральним (І) регуляторам. Регулятори П-типу характеризуються відмінним швидкодією, допускають помилки в процесі регулювання, величини яких пропорційні впливу, що обурює, на систему автоматики. Регулятори І-типу припускаються менших помилок, але їх швидкодія не така хороша, як у виробів

П-типу. Для вибору певного типу регулятора слід здійснити відповідні розрахунки. На стадії проектування системи вибір проводиться на підставі дослідів пусконаладжувальних робіт експлуатації аналогічних систем.

Регулятори пропорційно-інтегрального типу поєднують переваги П- та І-версій, однак їх використовують у системах кондиціонування повітряних потоків, які гарантують підтримку встановлених параметрів з високим рівнем точності.

Підвищення якості автоматики регулювання відбувається за рахунок ускладненого алгоритму, а й удосконалення контуру регулювання після впровадження у конструкцію додаткових пристроїв коригування.

Точність підтримки показників визначається прийнятим алгоритмом регулювання, а також місцем монтажу чутливих елементів датчиків термічного режиму та рівня вологості (особливо якщо вони встановлюються у приміщеннях). Важливо пам'ятати, що підтримка температури, наприклад, з відхиленнями  $\pm 0,5^\circ$  у місці монтажу чутливого елемента не викличе складнощів. Але на відстані більше 2-3 метрів від датчика термічний режим визначається неконтрольованим та вкрай складним процесом променисто-конвективного та струминного теплообміну в закритому просторі. У результаті, для деяких приміщень встановлюють кілька датчиків, які розташування визначається на підставі аналізу термічного режиму різних зон приміщення (як правило, до кожної з них застосовуються свої температурні вимоги).

В останні кілька років величезної популярності набули системи каскадного регулювання, котрі забезпечують точність параметрів за допомогою додаткових зв'язків між каскадами.

## **2.2 Розробка функціональної схеми**

Для системи автоматики характерний ряд функцій, включаючи:

- Управління;
- захисну;

- Контрольну;
- Вимірювальну;
- Регулюючу

#### Специфіка захисних функцій

Більшість моделей двигунів, задіяних на промислових підприємствах, запускаються та функціонують в автоматичному режимі. При аварії часто зупиняється як сам агрегат, а й увесь виробничий процес. Тривалий простій лінії викликає зупинку системи вентиляції та кондиціонування повітряної маси, внаслідок чого виникають величезні енергетичні та фінансові втрати. Головним завданням у промислових умовах є забезпечення надійного захисту двигунів. Електродвигун - не що інше, як пристрій для перетворення енергії з електричної на механічну. У ході цього процесу неминуче виникають втрати, що ведуть перегріву двигуна.

(Рис. 2.2).

$P_1$  – потужність яку споживають;

$P_D$  - потужність магнітного поля;

$P_2$  – потужність на валу;

$V_{Cu1}$  – втрати на статорі;

$V_{Cu2}$  – втрати на роторі;

$V_{Fe}$  – втрати на залізо;

$V_R$ -втрати внаслідок тертя.

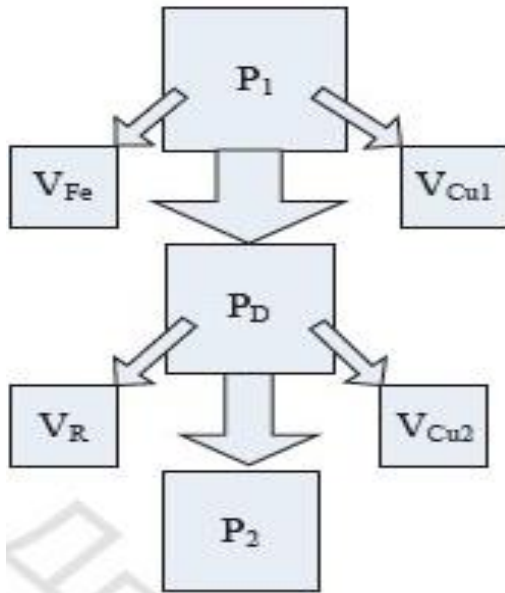


Рисунок 2.2 Схема хахисту двигуна

Всі втрати поділені на три види.

Головним завданням пристроїв захисту двигуна є запобігання перегріву основних його компонентів: статора та ротора. Чим потужніший двигун і чим більше його оборотів, тим вище показник початкового пускового струму, і тим більш вразливим стане ротор.

Після запуску двигуна та загасання перехідного процесу у пристрої виникає пусковий струм. Дана величина оцінюється в межах від 4-х до 8-кратної величини струму за номінального режиму роботи і також не залежить від навантаження. Як наслідок, не має значення, чи працює двигун вхолосту, чи під значним навантаженням. Тим не менш, часовий проміжок розгону залежить від характеристик обладнання.

Теплове навантаження відбувається з наступних причин:

- Наявність підвищеного крутного моменту при роботі під навантаженням тривалий час;
- Велика частота запуску агрегату в роботу;
- Тривалий період повторного перезапуску;
- Тривалий проміжок розгону та гальмування пристрою;
- блокування роторний частини після запуску або в процесі

функціонування;

- Присутність у конструкції вентиляльних перетворювачів струму.

До інших причин теплового навантаження двигуна входять неправильне підключення пристрою або комутація поряд з певними характеристиками електромережі, такими як:

- граничні відхилення частоти чи напруги в електромережі від номінальних параметрів;
- Асиметричність електромережі, або урвища мережі (відсутність фази).

На двигун негативно впливає погане охолодження, яке виникає з таких причин:

- Підвищення температури охолоджувача;
- велика висота монтажу (наявність розрядженого повітря, яке є на висоті понад 1 км над рівнем моря);
- неправильно спрямований потік холодоагенту (через засмічення на фільтрі, або вентиляційної решітці).

Головним завданням пристроїв, призначених для захисту двигуна, вважається оперативне спрацьовування, тобто до того моменту, коли температура двигуна стане критичною. Пристрої захисту не повинні запускатися у таких ситуаціях:

- Агрегат функціонує тривалий час при номінальній потужності;
- у період тимчасового проміжку розгону або гальмування, коли на пристрій подається початковий пусковий струм;
- відбулося перевантаження до 2 хвилин.

Захист двигунів приводиться в дію на підставі двох параметрів – струму та термічного режиму.

Реле теплового типу з струмовими розчіплювачами навантаження в силових автоматах контролюють струмову або термічну залежність. Вони здійснюють моніторинг температури на біметалічних пластинах та обмотці, що нагріваються в процесі роботи агрегату. У разі перегріву розчіплювачі навантаження зупиняють двигун за допомогою біметалічних пластин, що вивільняють засувку блокувального механізму. У реле перевантаження принцип дії інший: у ньому



запускається допоміжний контакт, що перериває подачу струму на котушку контактора. В результаті двигун вимикається, після чого спрацьовує система оповіщення про аварію, що сталася.

Асиметричність мережі являє собою зникнення струму на одній лінії (жилі), внаслідок чого перевищення струму спостерігається на двох жилах, що залишилися. Це призводить до втрат у двигуні, які перевищують аналогічний показник у 1,5-2 рази за нормальної роботи агрегату. Реле навантаження, на яке покладено функції з відключення двигуна, не має елементів, що реагують на обрив фази, тому розриває ланцюг із запізненням. Відповідно до технологічних норм, допускається відхилення граничного струму відключення на 10% вище встановленого значення. Тривале функціонування двигуна при такому навантаженні є причиною передчасного зношування виробу.

Для забезпечення надійного захисту двигуна при асиметрії та однофазному режимі реле перевантаження (розчіплювачі) доповнюють диференціальним захистом, а також спеціальним штовхачем, покликаним вчасно вимкнути пристрій.

Реле теплового типу, що діє за принципом струмової та тимчасової залежності, разом із силовими автоматами гарантують надійний захист двигуна від перегріву. Ці елементи характеризуються надійністю, невибагливістю використання, прийнятною ціною.

Крім перерахованих засобів захисту, на сучасних моделях двигунів встановлено ще внутрішній захист (термостат). При значному перевищенні термічного режиму спеціальний релейний контакт на термостаті сигналізує на щит про аварію.

### **2.2.2. Специфіка захисту водяного калорифера**

У холодну пору року повітряна маса у системі вентиляції нагрівається за допомогою води у теплообміннику. Цей виріб складається з тонких металевих трубок (іноді пластин), на які встановлені алюмінієві ребра. Низькі температури

підвищують ризик замерзання рідини всередині таких трубок, що неминуче призведе до їх розриву, витікання води та дорогого ремонту всієї конструкції.

З метою захисту від промерзання теплообмінника було розроблено цілий комплекс заходів, серед яких:

- Забезпечення певної швидкості проходження рідини через пристрій (не нижче мінімально допустимого значення);
- Встановлення захисних елементів, що контролюють повітряний термічний режим і Т зворотної води;
- при спрацьовуванні захисних елементів забезпечення вимкнення кулера, закриття повітряної заслонки та відкриття регулюючої арматури.

Рідина системою розганяє насос необхідної потужності.

Як головний елемент повітряного захисту використовується капілярний термостат. Цей елемент монтується за теплообмінником, а головною його функцією є закриття перерізів повітроводу. Спрацьовування термостата зазвичай відбувається, коли температура зовнішнього повітря опускається до 5°З, після чого замикається релейний контакт, але в щит надходить відповідний сигнал.

Основним елементом захисту на вихідній лінії із зворотною водою вважається накладний термостат. Даний пристрій спрацьовує, коли температура води опускається до 20°С, після чого замикається релейний контакт, а на щит надходить відповідний сигнал.

### **2.2.3 Функції контролю**

Повітряний фільтр забезпечує очищення повітряної маси від домішок (часток пилу, дрібних предметів, завислих частинок тощо). У процесі роботи обладнання цей елемент схильний до засмічення, внаслідок чого збільшується навантаження на двигун. Контролює засмічення спеціальне реле з перепаду тиску перед та після фільтра. Коли реле спрацьовує сигнал надходить на пульт і висвічується світлова індикація.

Особливості контролю роботи двигуна

Роботу двигуна контролює реле тиску, яке здійснює моніторинг перепаду параметрів перед і після агрегату. Коли установка перебуває у робочому стані, контакт давача тиску замкнений. Розмикання контакту відбувається при зупинці агрегату з різних причин (наприклад, коли зникла напруга в мережі), після чого відповідний сигнал надходить на щит і світиться світлова індикація.

Черговий режим роботи передбачає перебування повітряного клапана у закритому стані, а вентилятора – у відключеному. Процес регулювання виконується за термічним режимом  $T_{обр}$ , що підтримується рівною  $T_{обр}$ . Коли показник  $T_{обр}$  перевищує задані параметри, відбувається перемикання з його регулювання, у результаті виключається ймовірність перегріву рідини, що надходить тепломережа. Функція контролю значення  $T_{обр}$  запускається з невеликим інтервалом часу після запуску вентилятора. При зниженні термічного режиму  $T_{обр}$  нижче за показник  $T_{змр}$  система автоматично запускає прогрів рідини, що запобігає промерзанню калорифера.

#### **2.2.4. Функції регулювання.**

Система під час функціонування підтримує заданий термічний режим припливного повітря  $T_{пр}$  на рівні  $22^{\circ}\text{C}$ . Інформація про температуру зчитується датчиком, після чого сигнал виправляється на регулятор контролера ПІ. Цей елемент своє чергу робить певні дії, створені задля відкриття/закриття клапана. В результаті, в холодну пору року повітряна маса підігрівається, а в теплу охолоджується. За регулювання термічного режиму у приміщенні відповідає регулюючий клапан

#### **2.2.5 Функції управління**

Система керується ручним способом за допомогою тумблерів та кнопок, розміщених на панелі, яка знаходиться за щитовими дверцятами. Крім того, передбачено режим автоматичного керування. Запуск насосів та двигунів

здійснюється контролером, якщо показники системи відповідають заданим значенням.

Функціональна схема відображає принцип роботи автоматики управління припливною та витяжною вентиляцією, креслення (у розробці).

У процесі функціонування системи здійснюється забір повітряної маси зовні будівлі, яка надходить через повітрозабірну решітку, прямує в припливну установку. Далі відібране повітря, минаючи повітряний клапан у відкритому положенні та пригнічувач шуму, надходить у секцію кишенькової фільтрації. Тут відбувається повне очищення повітряної маси, яка згодом іде в нагрівальну секцію, де її термічний режим досягає 22°C. Далі повітря йде в охолоджувальну секцію (у літньому режимі роботи), де його температура знижується до необхідного значення. На завершальній стадії повітря надходить у вентиляційну секцію, де йому надається певний напір, а потім, минаючи секцію шумопоглинача, він повітряними тунелями доставляється в приміщення.

Термічний режим припливної маси повітря вимірюється за допомогою датчика. Отриманий показник надходить на щит управління, де після аналізу контролер видає відповідний сигнал на запірно-регулювальну арматуру. Система виключає потрапляння повітря пилу і дрібних частинок завдяки наявності контролю засмічення. На фільтрі вмонтований датчик перепаду тиску до та після виробу, і у разі перевищення показника в 100Па відбудеться замикання контактів та увімкнеться світлова індикація на панелі керування. На усунення несправності система дає 72 години. Коли після закінчення цього терміну фільтр так і не був чистий, система примусово зупиняється.

Калорифери системи також захищені від промерзання. При зниженні температури рідини на зворотній подачі нижче 20°C датчика сигналізує в щит. Крім того, калорифер захищений від низької температури повітря. Коли температура повітряної маси опускається нижче 5°C, з допомогою датчика виробляється сигнал, що надходить щит управління. За наявності лише одного сигналу повністю зупиняється вентиляційна установка та одночасно переходить у закриті положення клапан відбору зовнішнього повітря. Триходовий клапан

переходить у повністю відкрите положення, внаслідок чого витрата теплоносія досягає максимального значення. Як наслідок, подача холодної повітряної маси припиняється без зупинки циркуляції теплоносія через калорифер. Оскільки тепловіддача в системі практично повністю припиняється, температура теплоносія збільшується.

Сигнал датчика температури зовнішнього повітря визначає перехід обладнання з літнього режиму роботи на зимовий, і навпаки. З обраного режиму, здійснюється або нагрівання повітряної маси, або її охолодження. За регулювання термічного режиму припливного повітря відповідає вузол керування подачі теплоносія в повітрянагрівач. Схема пристрою УУ1 відображена на рис. 2.4.

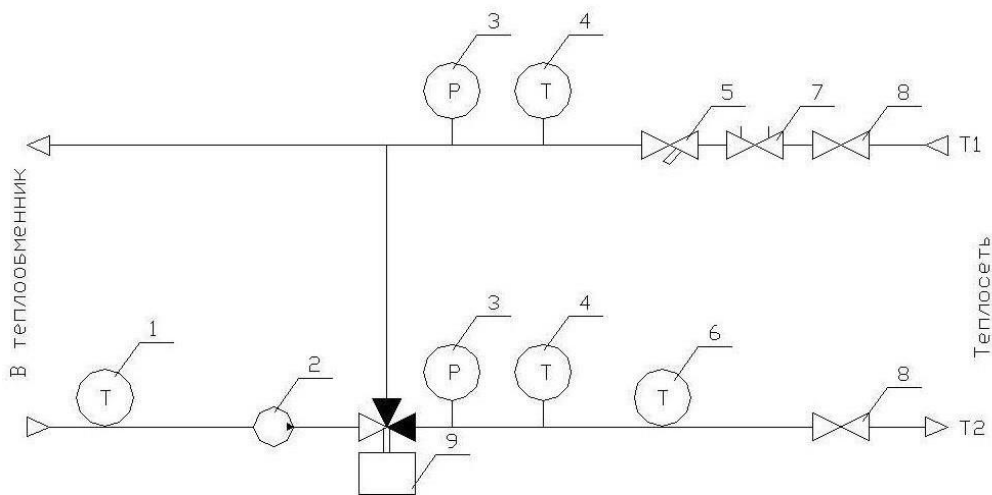


Рисунок 2.4 – Схема вузла керування УУ1.

- 1 – Накладний термостат захисту калорифера від промерзання у воді.
- 2 – Насос циркуляційного типу.
- 3 - Показує стрілочний манометр.
- 4 – Показуючий стрілочний термометр.
- 5 – Фільтр.
- 6 – Накладний датчик температури зворотної води.
- 7 – Балансувальний клапан.
- 8 - Кульовий кран-відсікач.
- 9 – Триходовий клапан із електроприводом.

Вода з мережі проходить через балансувальний клапан та фільтр і надходить у теплообмінник, віддаючи тепло і повертається у тепломережу. Насос рециркуляції добавляє припливну воду зі зворотною водою, яка надходить в припливний трубопровід залежно від положення регуляторного клапана. Даний клапан забезпечує збільшення або зменшення поступання зворотної води в теплообмінний контур в залежності від температури середовища або температури води, яку вимірює зовнішній датчик температури. Термостат служить для захисту теплообмінника від замерзання. Коли температура рідини, що використовується в теплоносії, опускається нижче 0 °С, то утворюється лід, що призводить до деформації та розриву патрубків. Ремонт цих елементів дуже дорогий, причому не завжди обладнання можна відновити.

У літній період, регулювання подачі холодоносія, забезпечує вузол управління подачі холодоносія в охолоджувач повітря. Вузол управління подачею холодоносія в охолоджувач повітря УУ2 відображений на рис. 2.5.

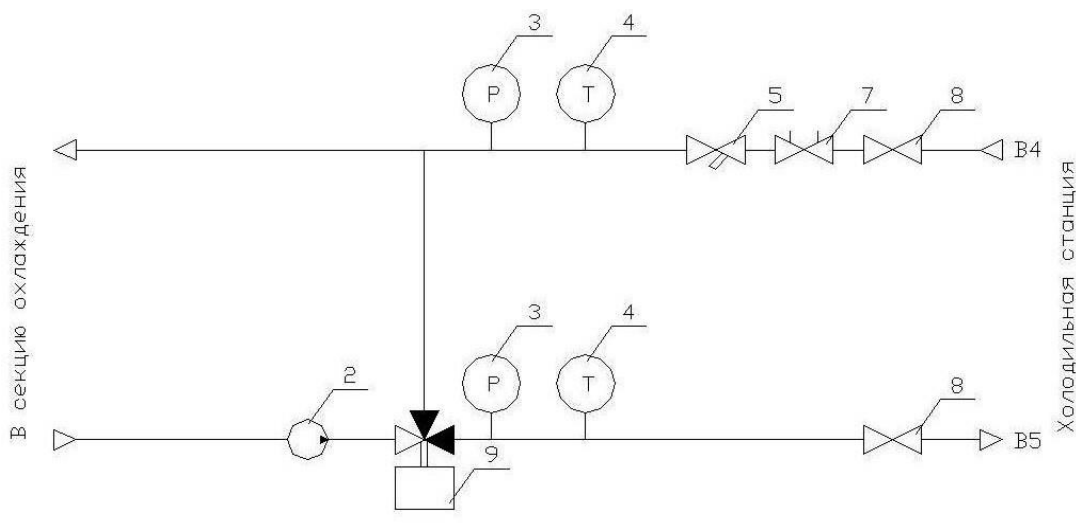


Рис. 2.5 - Подача холодоносія в повітроохолоджувач УУ2.

- 2 - Циркуляційний насос.
- 3 - Показує стрілочний манометр.
- 4 – Показуючий стрілочний термометр.
- 5 – Фільтр.
- 7 – Балансувальний клапан.
- 8 -Кульовий кран-відсікач.
- 9 – Триходовий клапан із електроприводом.

Вода з холодильної машини проходить через балансувальний клапан і фільтр і надходить у секцію охолодження, нагрівається і повертається у теплоцентраль. Рециркуляційний насос проводить добавлення припливної води зі зворотною водою, яка надходить у припливний трубопровід в залежності від положення клапана регулюючого. Регулюючий клапан служить для контролю подачі зворотної води в теплообмінний контур в залежності від температури повітря.

### 2.3 Розробка принципово електричної схеми

Принципова схема відображає всі електричні пристрої, які здійснюють контроль в обладнанні необхідних електричних процесів. Крім того, у схемі присутні електричні зв'язки між пристроями, а також електричні елементи

(з'єднувачі, затискачі та ін.), для вхідних та вихідних ланцюгів, креслення (у розробці).

Система функціонує у двох режимах – зимовому та літньому. У першому її повітряна маса до надходження до адресату прогрівається, тоді як у другому – охолоджується. Нагріває і охолоджує повітряну масу в системі, що описується вода. Перемикає режим можна як в ручному варіанті управління, так і в автоматичному. Автоматичний перехід запускається після надходження сигналу датчика температури зовнішнього повітря. Перехід на літній варіант роботи виконується, як тільки термічний режим зовнішнього повітря перевищить 12°C, а з літнього на зимовий – за показника 8°C та нижче. Ручний режим передбачає використання перемикачів. Кожен із перерахованих способів роботи системи вимагає окремого розгляду.

### **2.3.1 Зимовий режим роботи**

У режимі повітряні клапани знаходяться в повністю закритому положенні, вентилятори установки припливного і витяжного типу відключені. На щиті управління світлова індикація «МЕРЕЖА», «ЗИМНИЙ РЕЖИМ», «ПОВІТРЯНИЙ КЛАПАН ЗАКРИТ» та «СТОП» не світяться. Насос циркуляційного типу функціонує на подачі теплоносія, регульовальні процеси виконуються за температурою  $T_{обр.}$ , що підтримується на рівні  $T_{обр.}$ .

### **2.3.2 Вентиляційний режим**

.Постановка системи та режим вентилявання з чергового режиму можлива лише в тому випадку, коли калорифер був прогрітий. Запуск здійснює за допомогою кнопки "ПУСК", розташованої на головній панелі відразу за щитовими дверима. Світлова індикація «СТОП» згасне, загориться світлова індикація «ПУСК», після чого система запустить режим прогрівання. У цьому режимі клапани знаходяться повністю закритому положенні, а вентилятори працюють на повну потужність.



Регулювання термічного режиму здійснюється за  $T_{обр.}$ , що досягає показника  $T_{пуск}$ . Після встановлення цього параметра клапан отримує сигнал, що підтверджує відкриття, в результаті чого із встановленою затримкою система почне здійснювати режим вентиляції.

### **2.3.3 Вентиляційний режим**

Подача напруги на двигун вентилятора проводиться з одночасним надходженням сигналу на приведення повітряного клапана у відкрите положення. У 10-секундний інтервал надходить сигнал на відкриття клапана, а світлова індикація «ПОВІТРЯНИЙ КЛАПАН ЗАКРИТ» гасне.

У вентиляційному режимі регулювання проводиться за термічним режимом припливної повітряної маси  $T_{прв}$ , який досягає заданого значення  $T_{прв}$ . У разі перевищення термічного режиму  $T_{обр}$  над встановленим показником контролер запускає процеси, покликані запобігти перегріву води в тепломережі. Контроль перевищення  $T_{обр}$  приводиться в дію із затримкою після запуску вентилятора.

### **2.3.4 Аварійні режими**

Якщо виникає ситуація замерзання калориферу, а це супроводжується спрацьовуванням контактних датчиків захисту по температурі води і повітря, система активує черговий режим і вмикається індикація «НЕБЕЗПЕКА ЗАМЕРЗАННЯ». Після зникнення сигналу вмикається режим прогрівання та заново запускається.

Аварія двигуна.

При спрацьовуванні контактного датчика повітропотoku або термостата на двигуні із режиму вентиляції система переводиться у черговий режим і вмикається індикація «аварія двигуна». Скидання даного режиму здійснюється натисканням кнопки "СТОП".

Забруднення фільтра.

При спрацьовуванні контактного датчика повітряного потоку загоряється світлова індикація «ФІЛЬТР ЗАБРУДНЕНИЙ». На прочистку фільтра приділяється 72 години зупинять, інакше система перейде в черговий режим.

Відсутність відкриття повітряного клапана

Коли при надходженні сигналу на відкриття електроприводу повітряного клапана через 10 с. сигнал закриття арматури все ще актуальний, то система переводиться в черговий режим. Світлова індикація «ПОВІТРЯНИЙ КЛАПАН ЗАКРИТИЙ» загоряється і гасне при часовому інтервалі в 1 секунду.

### **2.3.5 Літній режим роботи**

Як тільки активується черговий режим, повітряні клапани закриваються, вентилятори на установках припливного та витяжного типу відключаються, індикація на щиті управління «МЕРЕЖА», «ПОВІТРЯНИЙ КЛАПАН ЗАКРИТИЙ» та «СТОП» не світиться.

Циркуляційний насос продовжує працювати, але регулювання температури не виконується.

Система приводиться в дію за допомогою кнопки "ПУСК", що знаходиться на лицьовій панелі за щитовими дверима. За відсутності проблем із запуском світлова індикація «СТОП» згасне та запалиться світлова індикація «ПУСК». Система функціонуватиме у режимі вентиляції.

### **2.3.6 Режими аварій**

Аварія двигуна

Як тільки спрацьовує контактний датчик повітрям, або термостат перегріву двигуна, відбувається постановка системи в черговий режим. На щиті висвічується світлова індикація «Аварія двигуна». Намагатися скинути аварійний показник можна кнопкою «СТОП».

Перепад тиску на фільтрі.

Як тільки спрацьовує контактний датчик повітрям, запалюється світлова індикація «ФІЛЬТР ЗАБРУДНЕНИЙ». Якщо через 72 години фільтр не буде полагоджений, а перепад тиску не зникне, система автоматично переходить у черговий режим.

Відсутність відкриття повітряного клапана.

Коли надходить сигнал про відкриття на електропривід повітряного клапана, а сигнал на закриття клапана не пропадає протягом 10 секунд, відбувається встановлення системи в черговий режим. На щиті управління спалахує і згасає з інтервалом в 1 секунду світлова індикація «ПОВІТРЯНИЙ КЛАПАН ЗАКРИТИЙ»

Якщо аналогічний сигнал надходить з пульта пожежної безпеки, відбувається постановка системи в черговий режим, а автоматичний перезапуск при цьому не проводиться, навіть коли сигнал пропаде.

Значення параметрів системи наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – значення параметрів системи

<b>Пара</b>	<b>Найменування</b>	<b>Показник</b>
<b>метр</b>		
Тпрз	Встановлений термічний режим припливної повітряної маси	22°C
Тобр. зад.	Встановлений термічний режим води на зворотній подачі	45°C
Тобр.з мр.	Мінімальний термічний режим води на зворотній подачі	20°C
Тлітн.	Термічний режим повітря зовні, що змінює режим роботи системи.	10°C

### 3. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

У даній роботі використовується велика кількість різноманітних датчиків, приводів, контролерів та додаткового обладнання для нашої автоматизованої системи. Важливу роль відіграє контролер PIXEL, який легко програмується, фірми «Segnetics», і обирається як основа для даної системи.

#### 3.1 Вибір основних елементів управління

##### 3.1.1 Контролер

«Pixel» це програмно-логічний контролер, призначений для використання в інженерних системах будівель та технологічних процесів а також у промисловості. Контролер може використовуватись одноосібно, так і в мережі як деного (Slave) або ведучого (Master) пристрою у мережі Modbus або Ethernet.

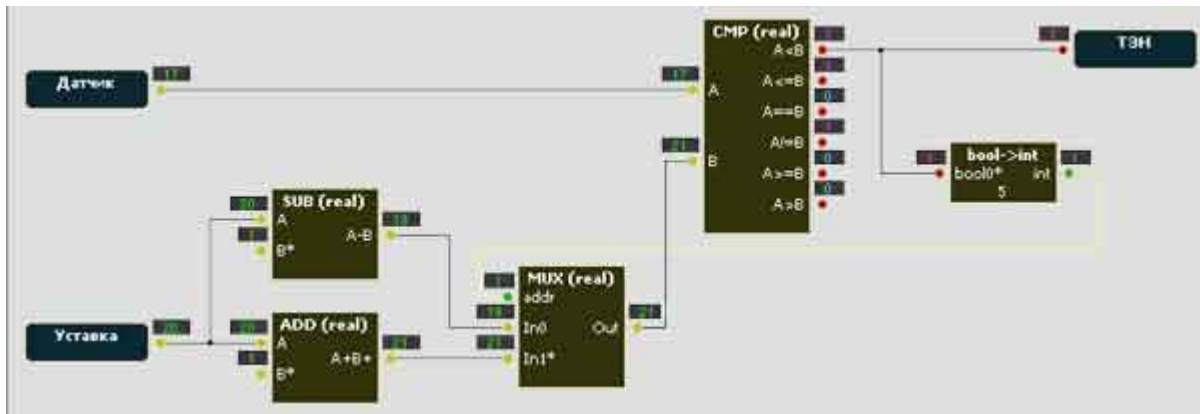


Рис 3.1 Блок-схема (програма SMLogix)

Особливості контролера «Pixel»:

1. Висока міра модульності. Не потрібно платити за невикористовувані канали чи інтерфейси. До базових ресурсів контролера, шляхом підключення допоміжних модулів, додаються такі можливості:
  - а. Комунікація у мережі Lonworks або Ethernet
  - б. Збільшення каналів введення і виводу до 64
  - в. Збільшення ергонезалежної пам'яті до 256 Кбайт для зберігання уставок, подій, графіків, трендів та інших даних користувача.

d. Використання енергонезалежної пам'яті із ресурсом, що дозволяє робити практично необмежене число записів. При підключенні нових модулів немає необхідності демонтувати контролер чи розбирати його. Це значно спрощує роботу у процесі розширення системи та її налагодження. Програмування на «SMLogix» в поєднанні з програмою конфігурації «SMConstuctor» дозволить створювати програми під певні технічні рішення.

2. Повна програмна сумісність з контролером "SMH2010C". Не потрібно створювати програми наново. Усе, що працювало на SMH, буде аналогічно функціонувати на "Pixel". Можливість зберігати та переносити керуючі програми за допомогою модуля пам'яті (МП). Графічний дисплей, що дозволяє виводити графіки процесів та текст різного розміру.

Основні технічні характеристики табл. 3.1

Найменування	Значення
харчування	18-36VDC, 18-27VAC
Споживана потужність	Не більше 3.5W
Кількість дискретних	2 релейні виходи і
Тип дискретних виходів	1 й реле Електромагнітне
Комутоване	До 277 VAC/30 VDC
Комутований струм	До 10 А
Час реакції	10ms
Напрацювання	100000 перемикачів
Тип дискретних виходів	Сімістор (з опторозв'язкою)
Комутоване	До 380 VAC/50Hz
Комутований струм	До 0.5 А
Регулювання кута	Ні
Ресурс	Не обмежений
Кількість дискретних входів	6 опторозв'язаних входів.

Рівні напруги	Замкнений 'сухий' контакт - від 12 до
б	36VDC
Кількість аналогових	2 ( без гальванічної ізоляції)
Діапазон виходу	0 - 10V DC
Роздільна здатність	10mV (10 розрядів)
Кількість аналогових входів	5+1 (без гальванічної розв'язки)
Тип аналогових входів	5 входів для підключення термоопірів,
Термоопір, що підключається	Pt1000 або інші термістори опором до 20 kOm (у залежно від виконання)
Режим роботи (Вимірювання напруги або струму)	Конфігурується користувачем
Параметри: напруга/струм	0...10V DC / 0 ...20mA DC
Дозволяюча здатність входу	10mV/20 μA (10) розрядів)
Послідовний порт	Вбудований RS-485
Мережева карта (опціонально)	Ethernet 10 Mbit або LONWorks

Логічні модулі "Pixel" є компактними функціональнозакінченими універсальними виробами, призначеними для побудови найпростіших пристроїв автоматики з логічною обробкою інформації. Основні

частини контролера та елементи керування  
 Зовнішній вид виробу наведено на малюнок 3.2

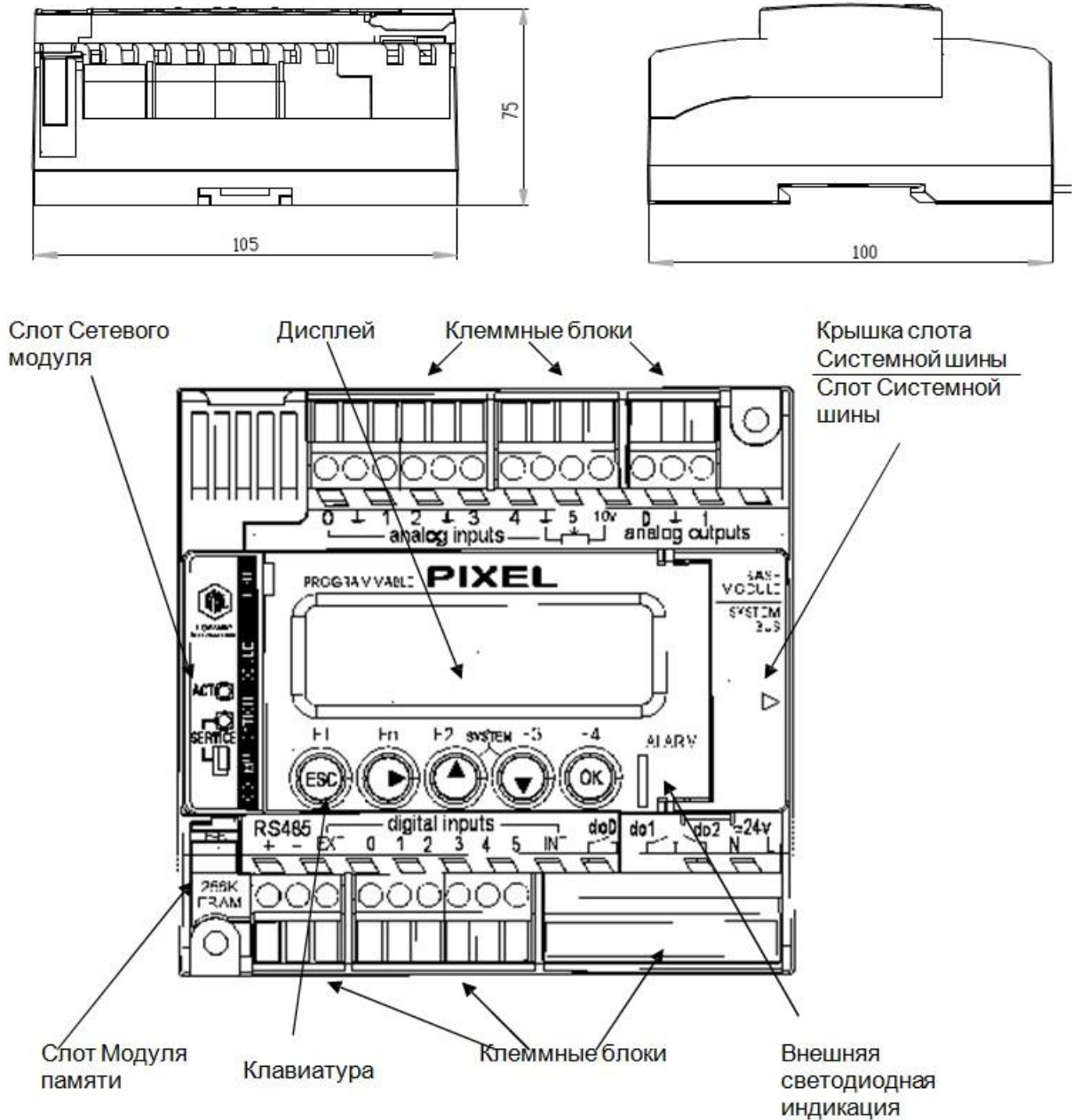


Рисунок 3.2 – зовнішній вигляд контролера

### 3.2 Програмування контролера

Для програмування контролера скористаємося програмою "Pixel" SMLogix. Програмне забезпечення "Pixel" SMLogix надає найширші можливості з розробки, налагодження та документування програм логічних модулів, інструмент розробки прикладних програм для програмованих контролерів

Segnetics. Підтримує мову [FBD](#) стандарту МЕК 61131/3, поширюється без ліцензії. За допомогою SMLogix ви можете:

- Реалізувати алгоритм управління мовою FBD
- Зробити прив'язку програми до периферії
- Зберігати налаштування в енергонезалежну пам'ять
- Налаштувати зв'язок контролера з мережевими пристроями за протоколами Modbus, TCP Modbus, LON
- Підключити контролер до системи диспетчеризації з COM-порту, Ethernet або модему

Можливості SMLogix багаторазово збільшуються пакетами SMConstructor та SMarT

Для проектів у галузі ІТП та вентиляції SMConstructor генерує

FBDпрограму автоматично. Ви не займаєтесь програмуванням, а тільки вказуєте наявність пристроїв у вашому контурі. SMarT робить простим створення красивих інтерфейсів для вашої програми. Понад 80% наших користувачів визнали, що за зручністю та швидкістю створення інтерфейсу, SMarT значно перевершує своїх конкурентів.

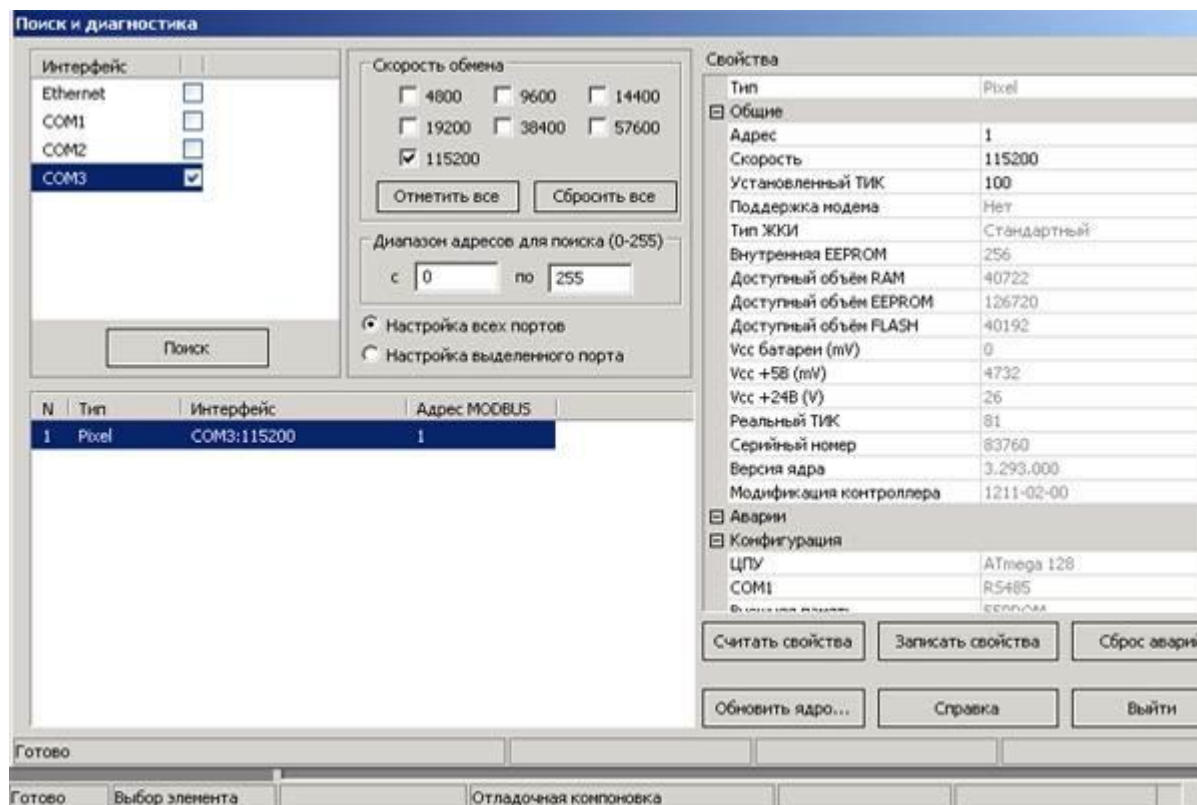




Рис 3.3 Робоче вікно контролера.

Процес програмування має наступну послідовність:

1. Визначення цілей проекту.
2. Розробляється схема проекту.
3. Формується FBD-схема.
4. Компіляція.
5. Тестування і додаткові налагодження.

## **3.2 Вибір допоміжних елементів управління**

### **3.2.1 Давачі**

#### **3.2.1.1 Первинний вимірювальний температурний перетворювач QAC2010**

Зовнішні давачі призначені для вимірювання температури навколишнього середовища, а також і рівня сонячної радіації. Зовнішній вигляд давача наведений на (рис. 3.4).



Рисунок 3.4 – зовнішній вигляд QAC2010

Датчик може використовуватися як:

- контрольний давач для управління температурою в залежно від погодних умов;
- вимірювального давача з метою оптимізація.

Чутливий елемент герметизовано синтетичним матеріалом. Кабель під'єднується або з тильного боку (прихована проводка), або з нижнього боку (відкрита проводка). У нижню частину корпусу може вкручуватись ущільнювач кабельного введення Pk11.

Технічні характеристики наведено нижче:

- діапазон вимірів: -50 ... +70 °C;
- чутливий елемент Pt 100 Ом за 0 °C;
- допустимі відхилення:  $\pm 1$  °C при -10...+20 °C
- постійна часу: 10 хв.;
- допустима вологість: 5...100%;
- ступінь захисту корпусу: IP43;
- вага: 0,120 кг;

Залежно від мети використання, датчик може встановлюватися:

- Для контролю:

На стіні вдома або будівлі, на якій є вікна, що виходять із житлових приміщень. На давач не повинно падати пряме сонячне проміння. Для оптимізації:

У всіх випадках - на найхолоднішою стіні будинку або будівлі.

Висота встановлення:

Бажано посередині зони обігріву, але не нижче 2,5 м-коду від рівня землі.

Неприпустиме розміщення давача у наступних місцях:

над: вікнами, дверима, вентиляційними ґратами та іншими джерелами тепла;

Під балконами або козирками дахів.

Щоб не припуститися помилок виміру, викликаних циркуляцією повітря, кабельний введення датчика необхідно закрити ущільнювачем. Фарбування корпуси датчика не допускається.

### **3.2.1.2 Давач-реле перепаду тиску повітря QVM81.5**

Призначений для фіксації перепаду тиску, а також контролює зниження і підвищення тиску у системах вентиляції і кондиціонування повітря. Зовнішній вигляд давача наведений на (рис. 3.5).



Рисунок 3.5 – зовнішній вигляд QVM81.5

Застосовується для контролю:

- а) чистоти фільтра;
- б) проводить аварійну зупинку двигуна.

Працює за принципом перепаду тиску між двома з'єднаннями деформуючи пружну діафрагму.

Сполучні трубки можуть мати довільну довжину, однак якщо вони довше 2-х метрів, час реакції збільшується. Давач повинен знаходитися зверху над точками з'єднання. Діапазон вимірювання 50 ... 500Па.

### 3.2.1.3 Термостат накладного типу RAK-TW.5000

Зовнішній вигляд датчика наведено на (рис. 3.6).



Рисунок 3.6 – зовнішній вигляд RAK -TW.5000

Термостат забезпечує контроль по захисту від замерзання, за температурою води зворотнього кола, обладнаний однополюсним перекидним мікроперемикачем. Встановлена гранична температура відображається у вікні на корпусі термостату. При досягненні температури уставки при зниження температури (функція захисту), перекидний контакт виробить сигнал та передасть його на пульт управління.

Діапазон виміру 5...65°C.

### 3.2.2 Виконавчі механізми та насоси.

#### 3.2.2.1 Привід повітряного клапана типу GMA126.1E

Зовнішній вид електроприводу наведено на (рис. 3.7).



Рисунок 3.7 – зовнішній вигляд GMA126.1E

Електропривод повітряного клапана із вбудованою пружинним механізмом призначений для відкривання та закривання клапана. Він перекриває надходження повітря у приміщення та з нього через канали системи вентиляції. Двох позиційні мають кут повороту  $90^\circ$ . У них є вбудовані додаткові контакти, налаштовані на спрацьовування на вугіллі  $5^\circ \dots 90^\circ$ .

#### 3.2.2.2 Циркуляційний насос типу UPS 25-20

Зовнішній вид насоса показаний на (рис. 3.8).



Рисунок 3.8 – зовнішній вигляд UPS 25-20

В системах кондиціювання повітря насос є виконавчим елементом системи тепло-та холодопостачання апаратів для зміни температурних параметрів повітря. Від стабільної роботи насосів залежить стабільна та надійна робота системи кондиціювання повітря. Широке застосування набули насоси марки Grundfos.

Для роботи насосів у складі систем кондиціонування повітря та систем тепло- та холодопостачання характерні два основні режиму: при постійній витраті рідини; при змінній витраті рідини.

При постійній витраті рідини рекомендується застосування насосів із постійною частотою обертання ротора приводного електродвигуна робочого колеса насосів. Фірма «Grundfos» для постійних витрат води в системах кондиціонування повітря виробляє насоси типу UPS, які монтуються на трубопроводах без фундаментів. Для ручного регулювання продуктивності систем по рідині конструкції насосів має ручне перемикач на три частоти обертання.

Циркуляційний насос у контурі нагрівання створює циркуляцію води у контурі вузла регулювання подачею теплоносія у повітрянагрівач, чим знижує ймовірність замерзання води у калорифері.

### 3.2.2.3 Привід ЗПК класу SSB61U

Зовнішній вигляд пристрою показаний (рис. 3.9).

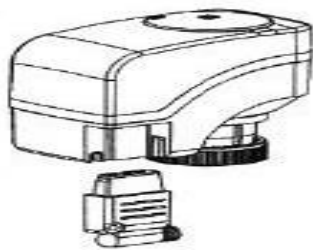


Рисунок 3.9 – зовнішній вигляд SSB61U

Електромеханічні приводи призначені для користування в системах з фанкойлами та охолоджуваними стелями для управління клапанами нагріву та охолодження. Привід має пропорційний сигнал управління 0 ... 10В,

Клапан відкривається пропорційно до напруги на виході Y.

Електромеханічні приводи призначені для користування з трьохходовими клапанами типу VXP45.

### 3.2.3 Регулюючий клапан.

## Запірно-регулюючий клапан 3-х ходовий типу VXR45.20-4 (ЗРК)

Клапан використовується у системах вентиляції та кондиціонування для управління протокою по системах замкнутого контуру, з фанкойлами, з калориферами та вторинними охолоджувачами, для користування у 2-х контурних системах з одним теплообмінником для нагріву та охолодження (літній – зимовий період). Зовнішній вид клапана показаний на (рис. 3.10).



Рисунок 3.10 – зовнішній вигляд VXR45.20-4

Основною характеристикою даного клапана є  $kvs$  це номінальна витрата води (м<sup>3</sup>/год) через повністю відкритому клапані.

Для вибору значення  $kvs$  регулюючого клапана скористаємося графіком об'ємної витрати (рис. 3.11).

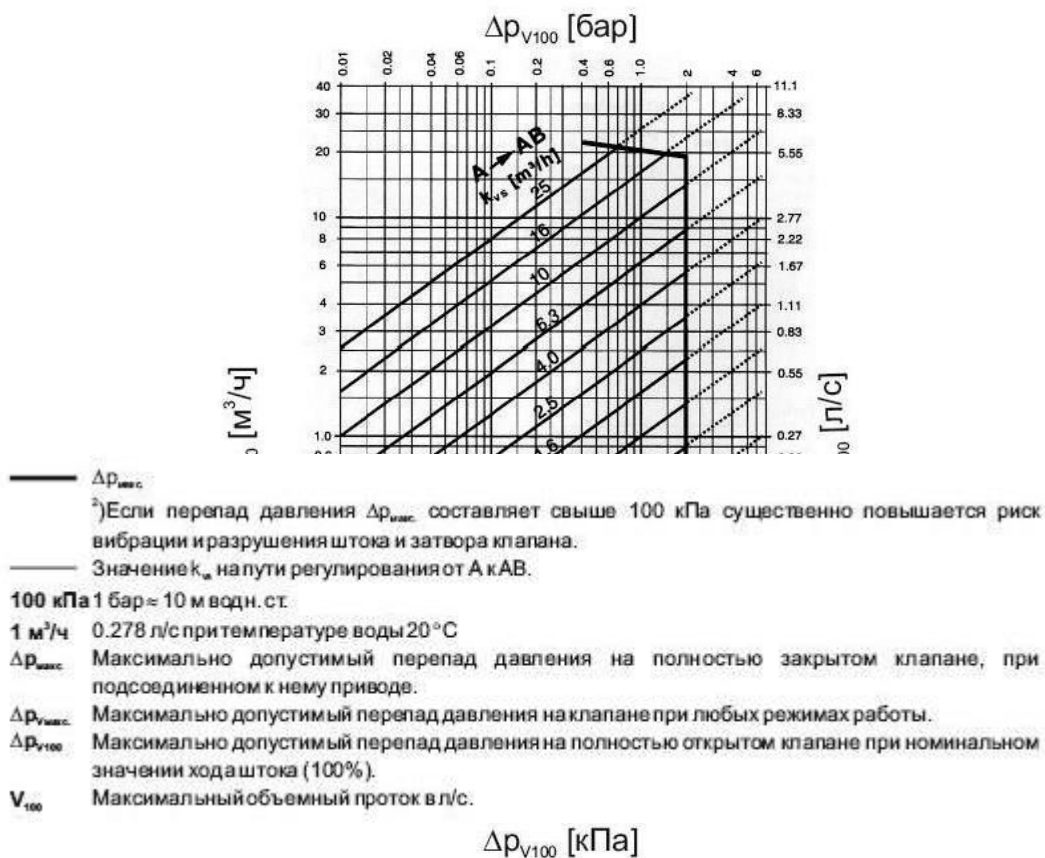


Рисунок 11 - графік об'ємної витрати

Для теплообмінника нашої системи при значеннях:

$$v_{100} = 0,33 \text{ л/с} \quad \Delta P_{v100} = 7,1 \text{ кПа}$$

Отримаємо потрібне значення  $kvs=4 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Для секції охолодження:  $v_{100} = 0,36 \text{ л/с}$

$$\Delta P_{v100} = 6,8 \text{ кПа} \quad \text{Отримаємо потрібне значення } kvs=6,3 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

## 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Виникнення ЕМІ при наземному і висотному ядерних вибухах

Ядерні вибухи в атмосфері і у вищих її шарах призводять до виникнення потужних електричних і магнітних полів з довжиною хвилі від 1 до 1000 м і більше. Ці поля внаслідок їх короткочасного існування прийнято називати електромагнітним імпульсом (ЕМІ). Уражаюча дія ЕМІ обумовлена виникненням напруг і струмів у матеріалах, що проводять струм. Генерація ЕМІ виникає у зв'язку з взаємодією гама-квантів і нейтронів з газом, який знаходиться на фронті ударної хвилі і навкруги неї. Важливе значення має виникнення асиметрії в розподілі електричних зарядів, які виникають у просторі. Це пояснюється особливостями розповсюдження гама-випромінювання і утворення електронів. При наземному або низькому повітряному ядерному вибусі гама-кванти, які виходять з зони ядерних реакцій, вибивають із атомів повітря швидкі електрони. Швидкі електрони летять у напрямку руху гама-квантів з швидкістю світла ( $3 \times 10^8$  м/с), а позитивні іони залишаються на місці. Внаслідок такого розподілу електричних зарядів у просторі утворюються елементарні електричні магнітні поля ЕМІ (рис. 4.1).

При наземному і при низькому ядерних вибухах уражаюча дія ЕМІ розповсюджується на відстань декількох кілометрів від центру вибуху.

При висотному ядерному вибусі утворюються поля ЕМІ в зоні вибуху й на висоті 20-40 км від поверхні землі.



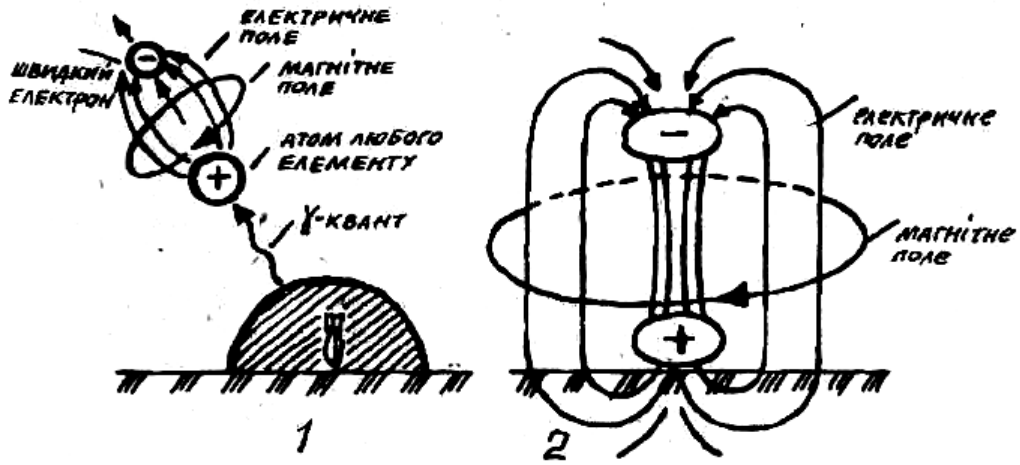


Рис.4.1. Виникнення ЕМІ при наземному ядерному вибусі:

- 1 - утворення зони елементарних електричного й магнітного полів;
- 2 – утворення зарядів з електричним і магнітним полями ЕМІ в просторі.

ЕМІ в зоні вибуху утворюються за рахунок швидких електронів, які виникають внаслідок взаємодії гама-квантів ядерного вибуху з матеріалом оболонки боєзапасу й рентгенівського випромінювання з атомами розрідженого повітряного простору. Гама-випромінювання, яке розповсюджується в напрямку землі, починає поглинатись у більш щільних кулях атмосфери на висотах 20-40 км, вибиваючи з атомів повітря швидкі електрони. Внаслідок розділення й пересування позитивних і негативних зарядів у цій області вибуху, а також при взаємодії зарядів з геомагнітним полем Землі виникає електромагнітне випромінювання (рис.4.2).

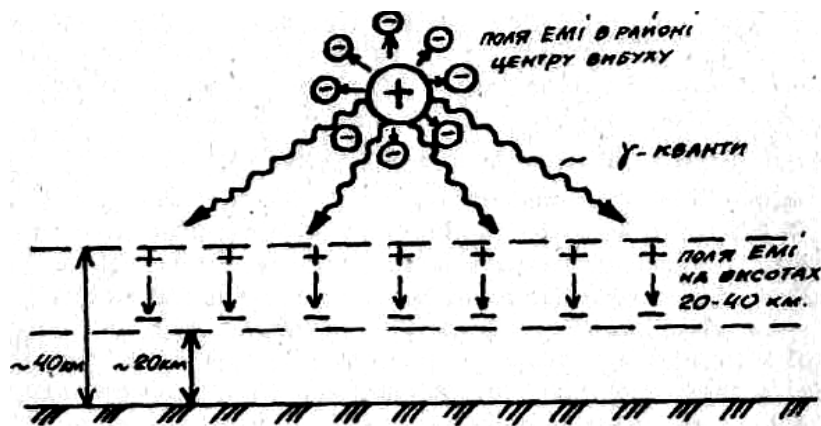


Рис 4.2. Схема виникнення поля ЕМІ при висотному вибусі

Воно досягає поверхні землі в зоні з радіусом до декількох стільників кілометрів. Електричні і магнітні поля ЕМІ в ролі уражаючого фактора характеризуються напруженістю поля. У динаміці ЕМІ являє собою швидкозатухаючий коливальний процес. Напруженість електричних і магнітних полів ЕМІ залежить від потужності, висоти вибуху, відстані від центру вибуху і властивостей навколишнього середовища. Уражаючій дії ЕМІ підлягають радіоелектронна і електротехнічна апаратура. Під дією ЕМІ в апаратурі наводяться електричні струми і напруги, які можуть викликати пробій ізоляції, пошкодження трансформаторів, псування напівпровідникових приладів, перегорання плавких вставок і інших елементів радіотехнічних засобів. Найбільш небезпечній дії ЕМІ підлягають лінії зв'язку, електропередачі, сигналізації і управління. У них внаслідок дії ЕМІ наводяться великі напруги і можуть виникнути великої сили струми. Коли ЕМІ недостатній для пошкодження приладів або окремих елементів, то можливе згорання плавких вставок, газорозрядників. Якщо ядерний вибух стався поблизу мереж енергопостачання, зв'язку, які мають велику потужність, то наведені в них електричні напруги розповсюджуються по дротах на велику відстань, викликають пошкодження апаратури і ураження людей, які знаходяться на небезпечній відстані. ЕМІ може пошкодити неекрановані елементи електронного й електротехнічного обладнання. Висотний ядерний вибух утворює перешкоди в роботі засобів зв'язку на дуже великій відстані й на великих площах.

#### **4.2 Методи захисту електронної апаратури від дії ЕМІ ядерних вибухів**

Надійний захист електронної апаратури від ушкоджень, викликаних ЕМІ ядерних вибухів, може бути успішний при комплексному вирішенні проблеми, що включає як питання оцінки ймовірності ушкодження апаратури в

результаті впливу ЕМІ, так і визначення шляхів і способів боротьби з наслідками такого впливу на етапі розробки системи і при її експлуатації.

У кожному конкретному випадку повинні бути знайдені найбільш ефективні й економічно доцільні методи захисту електронної апаратури. Серед цих методів найпоширеніші екранування, оптимальне просторове розміщення й заземлення окремих частин системи, застосування пристроїв, які перешкоджають перенапрузі в найбільш критичних місцях, і інші способи. Розглянемо сутність основних методів.

### Екрани й захисні пристрої

Одним з методів збільшення стійкості й захисту електронної апаратури від дії сильного електромагнітного випромінювання є застосування металевих екранів. Вони відбивають електромагнітні хвилі й гасять високочастотну енергію у своїй металевій основі. Через систему заземлення струм, наведений ЕМІ, стікає в землю, не заподіявши шкоди електронній апаратурі, що перебуває усередині металевих основ. Товщину екрана й ослаблення, що надається ним, можна розрахувати, знаючи потужність і щільність потоку випромінювання за екраном, провідність і магнітну проникність матеріалу, частоту ЕМІ (Л-4).

Для розширення спектра частот, що поглинають електромагнітні випромінювань можуть застосовуватися різні типи екранів, виконані з різних елементів. Найбільш дешевий матеріал для екрану – холоднокатані сталеві аркуші. Стінки екранів можуть бути виконані як у вигляді решіток (сіток), так й у вигляді суцільних аркушів (рис. 4.3). Хоча вартість екранів зі суцільними стінками дещо вища, але їхні екрануючі властивості кращі.

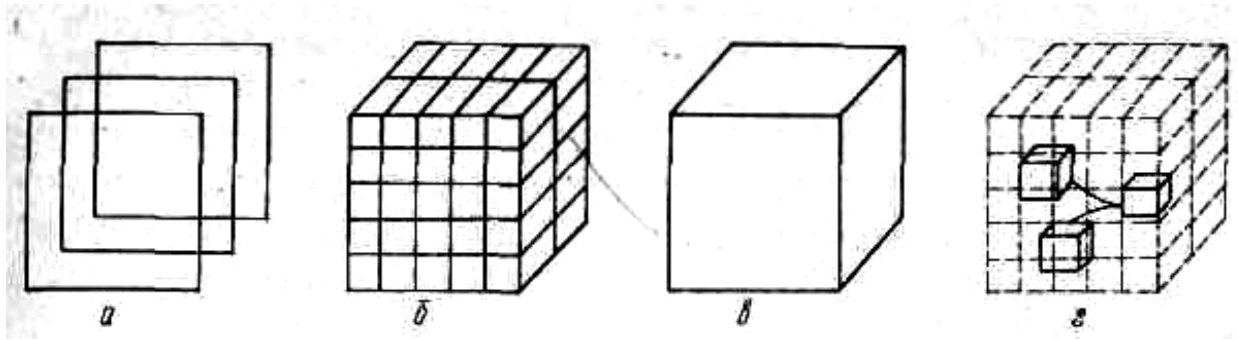


Рис. 4.3. Конструкції екранів: а – зварювальна конструкція із замкнутих витків; б – зварювальна решітка з пересічними прутками; в – захисний екран; г – для екранування окремих важливих елементів невеликого об'єму

При складанні екранів особлива увага звертається на електричний контакт між їхніми елементами. Тому для складання екранів використовуються панелі, що з'єднують болтами. Залежно від числа й ступеня натягу болтів при складанні екрануючі властивості екранів порядку 60...80 дБ, які й зберігаються протягом тривалого часу.

Найбільш надійний метод складання екранів – зварювання. Для екранів з дуже хорошими властивостями характеристики шва повинні бути аналогічні характеристикам стінки. Найкращі результати дає зварювання в інертному газі. Екранування повністю звареного екрана перевищує 100 дБ.

#### Кабелі і їхні екрани

З'єднувальні кабелі – невід'ємна частина електротехнічної системи, яка потребує захисту від впливу ЕМІ. Напряга, що виникає під дією ЕМІ, залежить від конструкції кабелів, природи кінцевих навантажень і конструкції роз'ємів, якості монтажу кабеля й зовнішнього середовища при його практичному використанні.

Для захисту з'єднувальних кабелів їх прокладають у земляних траншеях під цементною або бетонованою підлогою будинку або містять у спеціальні металеві (сталеві) коробки, які заземлюють. Можна розміщати кабелі й на

поверхні підлоги, але для цього їх необхідно покрити заземленими швелерами. По довжині між собою швелери зварюють так, щоб був надійний електричний контакт. В особливо несприятливих умовах кабелі треба поміщувати у металевий рукав, що закріплюють на підлозі і заземлюють. Все це разом виконує роль екрана й служить надійним захистом від механічних пошкоджень кабелів.

Надійність підвищується, якщо кабель розгалужується й підводиться до декількох шаф з роздільними трансформаторами. У цьому випадку ізольовані частини мережі мають більший опір ізоляції й малою ємністю проводів щодо землі. Тим не менше на вході кожної шафи доцільно встановлювати захисні фільтри від високочастотних перешкод. Вони не пропускають ЕМІ в системи керування агрегату й тим самим створюють умови для стійкої роботи апаратури.

Захисні розрядники й плавкі запобіжники.

Для захисту від ЕМІ широко використовуються розрядники, що встановлюються на входи й виходи апаратури, у повітряні й підземні лінії зв'язку й постачання. Розрізняють два основних види захисних розрядників – “м'які” й “жорсткі” обмежувачі. “М'які” обмежувачі – нелінійні опори, що залежать від напруги (конденсатори, варистори), а “жорсткі” – прилади із пробоем (газові розрядники, діоди, вугільні загороджувачі й ін.).

Довговічність розрядника повинна відповідати терміну служби схеми, що захищається. Він призначений для підтримки в ній нормальні напруги й повинен мати високий опір ізоляції, достатню пропускну здатність по потужності. У процесі спрацьовування їхні розрядні характеристики не повинні залежати від полярності імпульсів.

Газові захисні розрядники можуть використатися при більших перевантаженнях, однак їхніми недоліками є великий час спрацьовування й

занадто великий стрибок напруги, пропорційна номінальному припустимому струму.

Грозозахисні пристрої.

Забезпечують "стікання" великого розряду в землю без ушкодження ізоляційних елементів ліній.

Найбільш ефективний метод захисту від дії ЕМІ полягає в тому, щоб помістити електронну апаратуру цілком у електропровідну комірку, яку називають коміркою Фарадея, що перешкоджає проникненню електромагнітного поля від джерела до апаратури, що захищається (рис. 4.4).

Однак, велика частина такої апаратури повинна мати комунікації з зовнішнім середовищем (наприклад, із джерелами живлення), що тягне за собою появу "точок входу", через які електричні перехідні процеси можуть проникати в комірку і викликати ушкодження. І хоча для передачі даних можуть бути застосовані оптико-волоконні лінії, кабелі живлення все рівно залишаються вразливим місцем.

У місці входу електропровідного каналу повинні бути встановлені мережеві фільтри (electromagnetic arresting devices). Існує цілий набір таких пристроїв, однак варто бути уважним при їхньому виборі, щоб бути впевненим, що вони зможуть працювати з перепадами напруг, що створюються електромагнітними імпульсами.

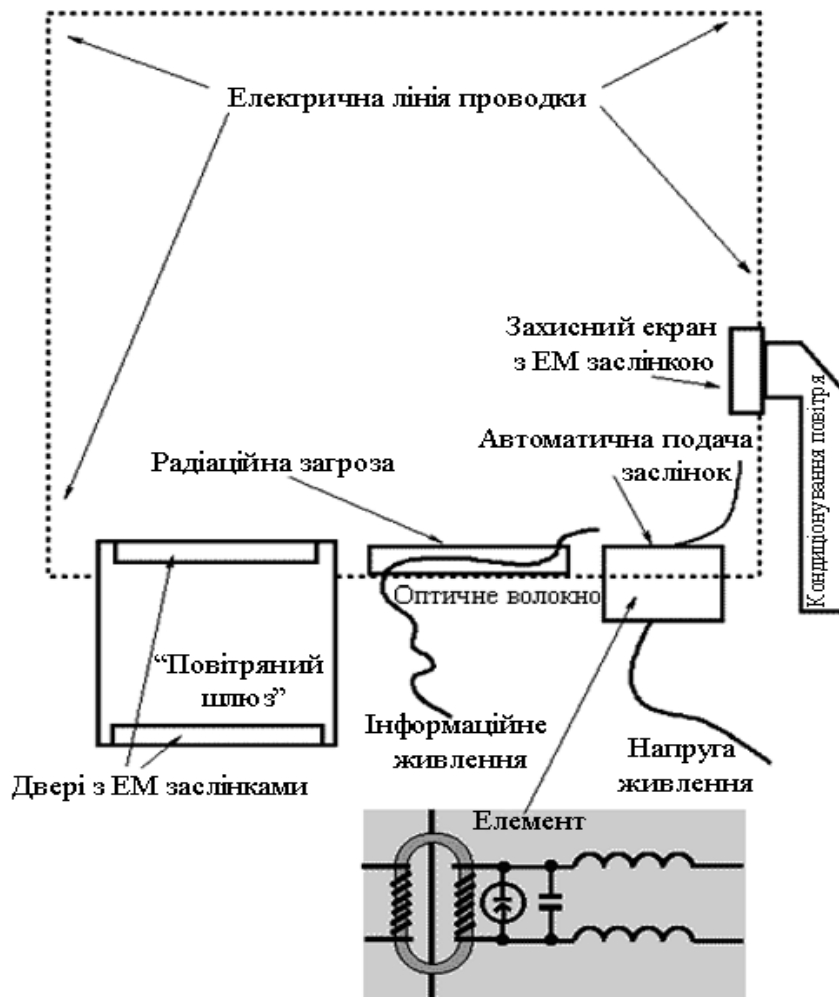


Рис. 4.4. Утворення комірки Фарадея для захисту від дії ЕМІ

Важливо, щоб посилення систем було проведене на системному рівні, тому що електромагнітне ушкодження будь-якого одиничного елемента складної системи може вплинути на функціональність усієї системи. Захист старої апаратури у системі може виявитися взагалі неможливим, так що може знадобитися повна її заміна. Простіше кажучи, розробити захист устаткування на стадії його розробки значно легше, ніж намагатися це зробити для вже існуючого обладнання. При електричному ушкодженні електронної апаратури, устаткування проявляє “мерехтливі” несправності, а

не повний вихід з ладу. Такі несправності зв'язують значну кількість ресурсів, призначених для технічного обслуговування і, крім того, не дають впевненості операторів у надійності апаратури. Мерехтливі несправності неможливо відремонтувати, що викликає необхідність постійного виведення устаткування з експлуатації зі значними втратами експлуатаційного часу на діагностику ушкоджень. Цей фактор також повинний прийматися до уваги, коли оцінюється захист апаратури проти ЕМІ, тому що часткове або неповне зміцнення в цьому випадку може викликати додаткові труднощі. Дійсно, при неповному екрануванні може виникнути резонанс при порушенні випромінювання, що тільки додасть ушкодження устаткуванню, яке утримується в “комірці”.

Апаратура, поміщена в комірку Фарадея, крім того, що вона захищена від електромагнітної дії, не буде випромінювати значні потужності. Комунікаційні мережі повинні бути оснащені механізмами ліквідації збоїв, для того, щоб була можлива робота при виході з ладу великої кількості вузлів і ліній зв'язку. Це не дозволить електромагнітному імпульсу вивести з ладу велику частину мережі або навіть мережі в цілому шляхом знищення ключових вузлів або ліній зв'язку одним або кількома імпульсами.

Стійкість електронної апаратури до впливу ЕМІ у великій степені залежить також від правильної експлуатації ліній і ретельного контролю справності засобів захисту. До важливих вимогах експлуатації ставиться періодична й своєчасна перевірка електричної міцності ізоляції ліній і вхідних ланцюгів електронної апаратури, своєчасне виявлення й усунення заземлень проводів, що виникають, контроль справності розрядників, плавких вставок і т.п.

Зазначені способи й засоби захисту повинні впроваджуватися в усі види електронної апаратури з урахуванням характеру вражаючої дії електромагнітних випромінювань ядерного вибуху для забезпечення надійності роботи підприємств в умовах ракетно-ядерної війни.



## **ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

Розроблювана система автоматичного управління характеризується відмінністю в тому, що вона розроблена на новому, вільно-програмованому контролері «PIXEL» фірми Siemens. Застосування програмованого контролера дозволяє проводити керування вентиляційною установкою в автоматичному режимі, звідси впливає, значно точніше, ніж при ручному; Застосування вільно програмованого контролера дозволяє в будь-який момент долучити нові системи, модулі розширення або внести корективи на вимогу замовника; Використання в системі контролера «PIXEL» дозволяє вводити однотипні системи, об'єднувати їх у єдину систему з підтримкою диспетчеризації по шині ЕІВ;

Застосування автоматичного керування дозволяє не тримати у штаті підприємства осіб відповідальних за коректну роботу даної системи.

Застосування цієї системи економічно ефективно враховуючи невисоку вартість комплексу автоматики в порівнянні з існуючими аналогами.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Густав Олссон, Джангуїдо Піані «Цифрові системи автоматизації та управління. Видання третє, перероблене та доповнене». Санкт Петербург, Невський діалект, 2001
2. Кокорін О.Я. «Сучасні системи кондиціонування повітря». -М.: Фізматліт. 2003
3. Краснов Ю.С. Системи вентиляції та кондиціонування. Рекомендації з проектування, випробувань, налагодження. - М.: Термокул 2004.
4. Белова Є.М. Центральні системи кондиціонування повітря у будинках. - М.: Євроклімат 2006. - 640 с.
5. Молчанів Б.С. «Проектування промислової вентиляції». - Будвидав, 1970
6. Кузьмін М.С., Овчинніков П.А. «Витяжні та повітророзподільні пристрої». -М.: Будвидав. 1987
7. «Довідник з тепlopостачання та вентиляції. Книга друга. Вентиляція та кондиціонування повітря. Видання четверте, перероблене та доповнене». - Київ, Будівельник, 1976
8. Мотін В. В. Малі холодильні машини. – видання ТОВ "Франтера", 2006. 96 с.
9. «Каталог Siemens. Контрольно-вимірювальні прилади», 2009
10. Зайцев Н.Л. «Економіка промислового підприємства». - М.: ІнфраМ, 1998.
11. Сергєєв І.В. «Економіка підприємства». -М.: Фінанси та статистика, 1997
12. СНіП 41-01-2003 "Опалення, вентиляція та кондиціонування".
13. СНіП 2.08.02-99 \* "Будівельна кліматологія".
14. Каталог фірми «Daikin».
15. Каталог обладнання для систем вентиляції повітря.  
Інтернет ресурси [segnetics.com](http://segnetics.com)