

АНОТАЦІЯ

У даній роботі розглянуто питання розроблення автоматизованої системи керування тепловим пунктом багатоквартирного житлового будинку. Проведено аналіз особливостей функціонування систем теплопостачання житлових будівель та обґрунтовано необхідність використання сучасних засобів автоматизації для підвищення енергоефективності, надійності та безпеки експлуатації теплових пунктів.

У роботі досліджено особливості контролю температури теплоносія, тиску, витрати теплоносія та температури зовнішнього повітря. Розглянуто принципи роботи датчиків, виконавчих механізмів, насосного обладнання та програмованих логічних контролерів, а також їх роль у забезпеченні автоматичного керування технологічними процесами теплового пункту.

Особливу увагу приділено розробленню системи погодозалежного регулювання, автоматичного керування насосним обладнанням та диспетчеризації технологічного процесу. Запропоновано впровадження додаткової системи контролю критичних параметрів і аварійного захисту, яка забезпечує своєчасне виявлення небезпечних режимів роботи та підвищує надійність функціонування обладнання.

Крім того, у роботі розглянуто питання забезпечення електробезпеки, безпечної експлуатації обладнання теплового пункту та охорони праці під час виконання робіт з технічного обслуговування і ремонту. Розроблено алгоритм функціонування автоматизованої системи керування та визначено очікувані результати її впровадження.

Ключові слова: автоматизація, тепловий пункт, теплопостачання, теплоносії, температура, тиск, насосне обладнання, програмований логічний контролер, датчики, аварійний захист, диспетчеризація, система керування.

ABSTRACT

This paper addresses the development of an automated control system for the heat substation of a multi-apartment residential building. An analysis of the operating features of residential heating systems was carried out, and the necessity of using modern automation technologies to improve energy efficiency, reliability, and operational safety of heat substations was substantiated.

The study examines the control of heat carrier temperature, pressure, flow rate, and outdoor air temperature. The operating principles of sensors, actuators, pumping equipment, and programmable logic controllers are considered, as well as their role in providing automatic control of heat substation technological processes.

Particular attention is paid to the development of weather-compensated control, automatic pump control, and process dispatching systems. The implementation of an additional critical parameter monitoring and emergency protection system is proposed to ensure timely detection of hazardous operating conditions and improve equipment reliability.

In addition, the paper considers issues related to electrical safety, safe operation of heat substation equipment, and occupational safety during maintenance and repair activities. A control algorithm for the automated system has been developed, and the expected results of its implementation have been determined.

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку житлово-комунального господарства все більшого значення набуває впровадження енергоефективних технологій та автоматизованих систем керування інженерними мережами будівель. Одним із найважливіших напрямків підвищення ефективності використання теплової енергії є автоматизація теплових пунктів багатоквартирних житлових будинків. Використання сучасних засобів автоматизації дозволяє забезпечити стабільне теплопостачання споживачів, знизити витрати енергоресурсів, підвищити надійність роботи обладнання та покращити якість комунальних послуг.

Тепловий пункт є важливою ланкою системи теплопостачання, оскільки саме в ньому здійснюється приймання теплової енергії від зовнішньої теплової мережі, її розподіл між системами опалення та гарячого водопостачання, а також підтримання необхідних параметрів теплоносія. Від ефективності роботи теплового пункту значною мірою залежить комфорт проживання мешканців будинку, рівень енергоспоживання та експлуатаційні витрати.

Практика експлуатації багатоквартирних житлових будинків показує, що використання застарілих систем керування або ручного регулювання теплових режимів часто призводить до нераціонального використання теплової енергії, перевитрат ресурсів та погіршення умов теплопостачання. Особливо актуальною ця проблема є в умовах постійної зміни температури зовнішнього повітря та необхідності оперативного реагування на зміни теплового навантаження будівлі.

Для вирішення зазначених завдань доцільним є впровадження автоматизованих систем керування тепловими пунктами, які забезпечують безперервний контроль температури, тиску та витрати теплоносія, автоматичне регулювання теплових режимів, керування насосним обладнанням і своєчасне реагування на аварійні ситуації. Використання сучасних датчиків, програмованих логічних контролерів та виконавчих

механізмів дозволяє підвищити енергоефективність системи теплопостачання та забезпечити її надійну роботу.

У роботі розглядаються питання аналізу технологічного процесу теплопостачання, вибору технічних засобів автоматизації, розроблення функціональної схеми автоматизованої системи керування тепловим пунктом, створення алгоритмів автоматичного регулювання та модернізації системи шляхом впровадження додаткових засобів контролю і аварійного захисту. Також розглянуто питання охорони праці під час експлуатації та обслуговування обладнання теплового пункту.

Об'єкт дослідження: процес теплопостачання багатоквартирного житлового будинку через індивідуальний тепловий пункт.

Предмет дослідження: технічні засоби, алгоритми та системи автоматизації процесів контролю, регулювання і захисту теплового пункту.

Мета роботи: розроблення автоматизованої системи керування тепловим пунктом багатоквартирного житлового будинку з використанням сучасних засобів автоматизації та додаткової системи аварійного захисту.

Методи дослідження: аналіз технологічних процесів теплопостачання, аналіз сучасних засобів автоматизації, структурно-функціональний аналіз систем керування, порівняння технічних рішень та оцінка ефективності їх застосування.

Практична цінність: полягає у можливості використання запропонованих технічних рішень під час проєктування нових або модернізації існуючих теплових пунктів багатоквартирних житлових будинків з метою підвищення енергоефективності, надійності та безпеки їх експлуатації.

Наукова новизна: полягає в комплексному підході до автоматизації теплового пункту шляхом поєднання погодозалежного регулювання, автоматичного керування насосним обладнанням, систем диспетчеризації та додаткового незалежного контуру контролю критичних параметрів і аварійного захисту в єдиній автоматизованій системі керування.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальна характеристика систем теплопостачання багатоквартирних будинків

Теплопостачання багатоквартирних житлових будинків є однією з найважливіших складових сучасної житлово-комунальної інфраструктури, оскільки забезпечує створення комфортних умов проживання населення впродовж опалювального періоду та гарантує підтримання необхідних санітарно-гігієнічних параметрів внутрішнього середовища приміщень. Надійність функціонування систем теплопостачання безпосередньо впливає на рівень комфорту мешканців, енергетичну ефективність будівель та економічні витрати на утримання житлового фонду. В умовах постійного зростання вартості енергетичних ресурсів, необхідності скорочення втрат теплової енергії та підвищення вимог до енергоефективності особливої актуальності набуває питання модернізації існуючих систем теплопостачання та впровадження сучасних автоматизованих засобів керування тепловими процесами.

Система теплопостачання багатоквартирного будинку являє собою комплекс технічних засобів та інженерних мереж, призначених для транспортування, розподілу та використання теплової енергії. Основним завданням такої системи є забезпечення стабільної температури повітря у житлових та допоміжних приміщеннях незалежно від змін зовнішніх кліматичних умов. Крім функції опалення, сучасні системи теплопостачання часто виконують функцію підготовки гарячої води для побутових потреб мешканців будинку, що значно підвищує їх функціональне значення.

У більшості населених пунктів України використовується централізована система теплопостачання, за якої тепла енергія виробляється на теплоелектроцентралях, котельнях або інших теплогенеруючих установках та транспортується до споживачів за допомогою розгалуженої мережі теплотрас. Такі системи характеризуються

можливістю забезпечення великої кількості споживачів від одного джерела теплової енергії, однак водночас мають значні втрати під час транспортування теплоносія та потребують складної інфраструктури для підтримання належного режиму роботи.

Основним теплоносієм у централізованих системах тепlopостачання є вода, нагріта до визначеної температури. У теплових мережах вона циркулює між джерелом тепла та споживачами через трубопроводи подачі та зворотної лінії. Температура теплоносія залежить від погодних умов, теплового навантаження та прийнятого температурного графіка роботи системи. Для забезпечення необхідних параметрів теплоносія використовуються насосні станції, теплообмінники, регулювальні пристрої та інше обладнання.

Ефективність функціонування систем тепlopостачання значною мірою залежить від технічного стану теплових мереж, правильності виконання гідравлічних розрахунків, якості теплоізоляції трубопроводів та можливості оперативного регулювання режимів роботи. Значна частина теплових мереж України була побудована кілька десятиліть тому, тому сьогодні спостерігається високий рівень фізичного зносу обладнання та трубопроводів. Це призводить до додаткових втрат теплової енергії, збільшення експлуатаційних витрат та погіршення якості тепlopостачання споживачів.

Важливим елементом системи тепlopостачання багатоквартирного будинку є індивідуальний тепловий пункт. Він виконує функцію проміжної ланки між зовнішньою тепловою мережею та внутрішньобудинковими системами опалення і гарячого водопостачання. Саме через тепловий пункт здійснюється розподіл теплової енергії між окремими споживачами, регулювання температури теплоносія, контроль параметрів роботи обладнання та забезпечення безпечної експлуатації всієї системи.

Сучасні вимоги до енергоефективності житлових будівель передбачають максимальне скорочення непродуктивних витрат теплової енергії. Для досягнення цієї мети недостатньо лише покращення

теплоізоляції огорожувальних конструкцій будівлі. Не менш важливим є впровадження сучасних систем автоматичного керування тепlopостачанням, які дозволяють адаптувати режим роботи обладнання до фактичних потреб споживачів та поточних погодних умов. Завдяки цьому стає можливим значне зменшення споживання теплової енергії без погіршення комфортності проживання.

Особливістю багатоквартирних житлових будинків є нерівномірність теплового навантаження протягом доби та сезону. На величину теплових втрат впливають температура зовнішнього повітря, швидкість вітру, сонячна радіація, кількість мешканців, режим використання приміщень та інші фактори. Якщо система тепlopостачання не має можливості автоматичного коригування режимів роботи, виникають ситуації перегріву або недостатнього обігріву приміщень, що негативно впливає як на комфорт мешканців, так і на економічні показники експлуатації будинку.

Одним із ключових напрямів модернізації теплових пунктів є впровадження погодозалежного регулювання. Принцип його роботи полягає у зміні температури теплоносія залежно від температури зовнішнього повітря. За підвищення зовнішньої температури система автоматично зменшує подачу теплової енергії, а за похолодання збільшує її. Такий підхід дозволяє уникнути перевитрат тепла та забезпечує стабільний температурний режим усередині будівлі.

Крім забезпечення комфортних умов проживання, сучасні системи тепlopостачання повинні відповідати вимогам надійності та безпеки. Для цього використовуються засоби контролю температури, тиску, витрати теплоносія та стану обладнання. Своєчасне виявлення відхилень від нормальних режимів роботи дозволяє попереджати аварійні ситуації та зменшувати ризик пошкодження обладнання.

Таким чином, система тепlopостачання багатоквартирного будинку являє собою складний інженерний комплекс, ефективність роботи якого визначається не лише характеристиками теплогенеруючого обладнання, але й

рівнем автоматизації процесів керування. Сучасні тенденції розвитку житлово-комунального господарства спрямовані на широке впровадження автоматизованих теплових пунктів, здатних забезпечити раціональне використання енергетичних ресурсів, підвищити комфортність проживання населення та знизити експлуатаційні витрати. Саме тому дослідження та розроблення систем автоматизації теплових пунктів багатоквартирних будинків є актуальним напрямом розвитку сучасних систем теплопостачання та енергоефективних технологій.

1.2 Призначення та принцип роботи індивідуального теплового пункту

Одним із найважливіших елементів сучасної системи теплопостачання багатоквартирного будинку є індивідуальний тепловий пункт, Рисунок 1.1, який забезпечує передачу теплової енергії від зовнішньої теплової мережі до внутрішньобудинкових систем опалення та гарячого водопостачання. Саме через тепловий пункт здійснюється взаємодія між джерелом теплової енергії та кінцевими споживачами, а також реалізується комплекс заходів, спрямованих на підтримання необхідних параметрів теплоносія, економію енергетичних ресурсів і забезпечення безпечної експлуатації обладнання. У сучасних умовах індивідуальний тепловий пункт розглядається не лише як вузол розподілу теплової енергії, а й як складна автоматизована система керування тепловими процесами.



Рис 1.1 Індивідуальний тепловий пункт

Необхідність застосування індивідуальних теплових пунктів обумовлена тим, що параметри теплоносія у магістральних та розподільчих теплових мережах зазвичай не відповідають параметрам, які необхідні для безпечної та ефективної роботи внутрішньобудинкових систем. Температура та тиск теплоносія, що надходить від теплопостачальної організації, можуть змінюватися залежно від режиму роботи котельні, температури зовнішнього повітря, віддаленості споживача від джерела тепла та багатьох інших факторів. Тому виникає необхідність у використанні спеціального обладнання, яке забезпечує адаптацію параметрів теплоносія до потреб конкретного об'єкта.

Основною функцією індивідуального теплового пункту є регулювання кількості теплової енергії, яка подається до системи опалення будинку. Це досягається шляхом зміни витрати теплоносія через теплообмінне обладнання або безпосередньо через систему опалення. Завдяки такому регулюванню стає можливим підтримання стабільної температури повітря у приміщеннях незалежно від зміни зовнішніх погодних умов. Особливе значення ця функція має в перехідні періоди року, коли температура зовнішнього повітря може суттєво змінюватися протягом доби.

Крім функції регулювання теплового навантаження, індивідуальний тепловий пункт забезпечує розподіл теплової енергії між окремими системами будівлі. У більшості багатоквартирних будинків тепла енергія використовується не лише для опалення, але й для приготування гарячої води. У зв'язку з цим тепловий пункт повинен забезпечувати одночасну роботу кількох незалежних контурів із різними режимами функціонування. Для кожного контуру можуть встановлюватися окремі засоби регулювання, контролю та захисту, що дозволяє підвищити ефективність використання теплової енергії.

Конструктивно індивідуальний тепловий пункт складається з комплексу взаємопов'язаного обладнання, до складу якого входять теплообмінники, циркуляційні насоси, регулюючі клапани, датчики температури та тиску, фільтри очищення теплоносія, запірна арматура, теплотічильники, електричні шафи керування та засоби автоматизації. Залежно від типу системи тепlopостачання склад обладнання може змінюватися, однак загальний принцип роботи залишається однаковим.

Одним із найважливіших елементів теплового пункту є теплообмінник, Рисунок 1.2. Його призначення полягає у передачі теплової енергії від теплоносія теплової мережі до теплоносія внутрішньої системи будинку без безпосереднього змішування потоків. Такий принцип роботи називається незалежною схемою підключення. Використання теплообмінників дозволяє підвищити надійність системи, захистити внутрішньобудинкове обладнання від гідравлічних ударів та забруднень із зовнішньої мережі, а також забезпечити стабільність параметрів теплоносія у внутрішньому контурі.



Рис 1.2 Теплообмінник ІТП

Для забезпечення циркуляції теплоносія використовуються насосні агрегати, Рисунок 1.3. Насоси створюють необхідний перепад тиску, який забезпечує рух теплоносія через трубопроводи, теплообмінники та нагрівальні прилади. У сучасних теплових пунктах широко застосовуються насоси з частотним регулюванням, що дозволяє автоматично змінювати продуктивність залежно від поточного теплового навантаження. Завдяки цьому досягається додаткова економія електроенергії та зменшується зношування обладнання.



Рис 1.3 Насосні агрегати ІТП

Регулювання подачі теплової енергії здійснюється за допомогою спеціальних регулюючих клапанів, Рисунок 1.4, з електричними приводами.

Положення клапана визначає кількість теплоносія, яка проходить через теплообмінник або систему опалення. Керування приводом виконується автоматично на підставі сигналів, що надходять від датчиків температури. Якщо температура у системі нижча за задану, клапан відкривається, збільшуючи подачу теплоносія. У разі перевищення заданої температури клапан прикривається, зменшуючи кількість теплової енергії, яка надходить до системи.



Рис 1.4 Регулюючий клапан ІТП

Важливу роль у роботі теплового пункту відіграють вимірювальні прилади. Для контролю параметрів системи використовуються датчики температури, тиску та витрати теплоносія. Інформація від цих датчиків надходить до контролера автоматизації, який аналізує поточний стан системи та формує керуючі сигнали для виконавчих механізмів. Завдяки постійному моніторингу параметрів забезпечується висока точність регулювання та оперативне реагування на будь-які відхилення від нормального режиму роботи.

Особливе значення для підвищення енергоефективності має використання погодозалежного регулювання. Для цього на зовнішній стіні будівлі встановлюється датчик температури зовнішнього повітря. Контролер автоматизації отримує інформацію від цього датчика та визначає необхідну температуру теплоносія відповідно до заданого температурного графіка. За підвищення температури зовнішнього повітря система автоматично зменшує подачу теплової енергії, а за зниження температури — збільшує її. Такий підхід дозволяє підтримувати комфортні умови в приміщеннях та уникати перевитрати теплової енергії.

Ще однією важливою функцією індивідуального теплового пункту є комерційний облік теплової енергії. Для цього використовуються теплोलічильники, які вимірюють витрату теплоносія та різницю температур між подаючим і зворотним трубопроводами. На основі отриманих даних визначається фактична кількість спожитої теплової енергії. Наявність точного обліку дозволяє контролювати ефективність роботи системи та створює економічні стимули для впровадження енергозберігаючих технологій.

Сучасні теплові пункти також оснащуються системами диспетчеризації. Такі системи забезпечують дистанційний контроль параметрів роботи обладнання, передачу аварійних повідомлень та можливість віддаленого налаштування режимів роботи. Використання засобів диспетчеризації значно підвищує оперативність реагування на аварійні ситуації та дозволяє зменшити витрати на обслуговування обладнання.

Під час експлуатації теплового пункту особливу увагу приділяють питанням безпеки. Для запобігання аваріям застосовуються запобіжні клапани, системи контролю тиску, захист насосів від сухого ходу, автоматичне відключення обладнання у разі виникнення несправностей та інші технічні рішення. Комплексне використання таких засобів дозволяє

забезпечити надійну роботу обладнання протягом тривалого часу та мінімізувати ризик аварійних ситуацій.

Таким чином, індивідуальний тепловий пункт є центральним елементом системи теплопостачання багатоквартирного будинку, який забезпечує приймання, перетворення, розподіл та регулювання теплової енергії відповідно до фактичних потреб споживачів. Використання сучасних засобів автоматизації, регулювання та диспетчеризації дозволяє значно підвищити енергоефективність систем теплопостачання, забезпечити комфортні умови проживання населення та знизити експлуатаційні витрати. Саме тому подальший розвиток і вдосконалення індивідуальних теплових пунктів є одним із ключових напрямів модернізації житлово-комунального господарства та підвищення енергетичної ефективності будівель.

1.3 Основні проблеми експлуатації неавтоматизованих теплових пунктів

Підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів у житлово-комунальному секторі є одним із пріоритетних завдань сучасної енергетичної політики. Значна частина багатоквартирних житлових будинків, які перебувають в експлуатації сьогодні, була побудована в період, коли питання енергозбереження не мали такого значення, як у сучасних умовах. Унаслідок цього значна кількість теплових пунктів продовжує працювати за застарілими схемами без використання сучасних засобів автоматичного керування та регулювання. Такі системи характеризуються низкою недоліків, які негативно впливають на економічність, надійність та якість теплопостачання.

Однією з найсерйозніших проблем неавтоматизованих теплових пунктів є неможливість оперативного реагування на зміну зовнішніх кліматичних умов. У процесі експлуатації будівлі тепла потреба постійно змінюється залежно від температури навколишнього середовища, сили вітру, рівня сонячної радіації та інших факторів. Якщо система не оснащена

автоматичними засобами регулювання, параметри теплоносія залишаються практично незмінними протягом тривалого часу. У результаті цього в періоди потепління виникає перегрів приміщень, а під час різкого похолодання система може не забезпечувати необхідний рівень теплового комфорту.

Перегрів приміщень є досить поширеним явищем у будинках із застарілими тепловими пунктами. У таких випадках температура повітря у квартирах перевищує нормативні значення, що призводить до дискомфорту мешканців. Для зниження температури люди змушені відкривати вікна навіть у холодний період року. Фактично тепла енергія, за яку вже було сплачено, безкорисно втрачається через вентиляцію та інфільтрацію повітря. Це призводить до значних перевитрат енергетичних ресурсів і збільшення фінансових витрат на опалення.

Іншою проблемою є недостатній рівень тепlopостачання окремих приміщень. Через відсутність автоматичного регулювання та нерівномірний розподіл теплоносія між стояками можуть виникати ситуації, коли частина квартир отримує надлишкову кількість тепла, а інша частина — недостатню. Особливо це характерно для верхніх поверхів багатоповерхових будівель або квартир, розташованих у торцевих частинах будинку. Нерівномірність температурного режиму негативно впливає на комфортність проживання та часто стає причиною скарг мешканців.

Суттєвою проблемою неавтоматизованих теплових пунктів є низька енергоефективність. У більшості випадків регулювання теплового навантаження виконується вручну обслуговуючим персоналом або взагалі не здійснюється. Такий підхід не дозволяє забезпечити оптимальне співвідношення між фактичним споживанням тепла та реальними потребами будівлі. Унаслідок цього відбувається постійне перевищення витрат теплової енергії порівняно з необхідним рівнем, що призводить до зростання витрат на опалення та гаряче водопостачання.

Важливим недоліком є залежність якості теплопостачання від людського фактора. У системах без автоматизації значна частина операцій виконується вручну. Працівники повинні контролювати параметри роботи обладнання, змінювати налаштування запірно-регулюючої арматури, здійснювати пуск і зупинку окремих елементів системи. Навіть висококваліфікований персонал не здатний забезпечити швидкість реагування та точність регулювання, які можуть бути досягнуті за допомогою сучасних автоматизованих засобів керування. Крім того, людські помилки можуть призводити до виникнення аварійних ситуацій та додаткових втрат енергії.

Ще однією проблемою є недостатній контроль технічного стану обладнання. У неавтоматизованих системах інформація про роботу насосів, теплообмінників, регулюючих клапанів та інших елементів часто отримується лише під час періодичних оглядів. Якщо між оглядами виникає несправність, вона може залишатися непоміченою протягом тривалого часу. Це призводить до погіршення якості теплопостачання, збільшення витрат енергії та прискореного зношування обладнання.

Особливої уваги заслуговує проблема гідравлічної нестабільності систем теплопостачання. У процесі роботи теплових мереж можливі зміни тиску та витрати теплоносія, які впливають на ефективність функціонування внутрішньобудинкових систем. За відсутності автоматичних засобів компенсації таких змін виникають порушення гідравлічного режиму, які можуть призводити до недостатньої циркуляції теплоносія або перевантаження окремих ділянок системи.

У багатьох випадках застарілі теплові пункти не забезпечують належного контролю температури гарячої води, Рисунок 1.5. Через відсутність автоматичного регулювання температура води може істотно відхилятися від нормативних значень. Надто висока температура призводить до перевитрати теплової енергії та підвищує ризик отримання опіків, тоді як занадто низька температура погіршує комфортність користування системою

гарячого водопостачання та може сприяти розвитку мікроорганізмів у трубопроводах.

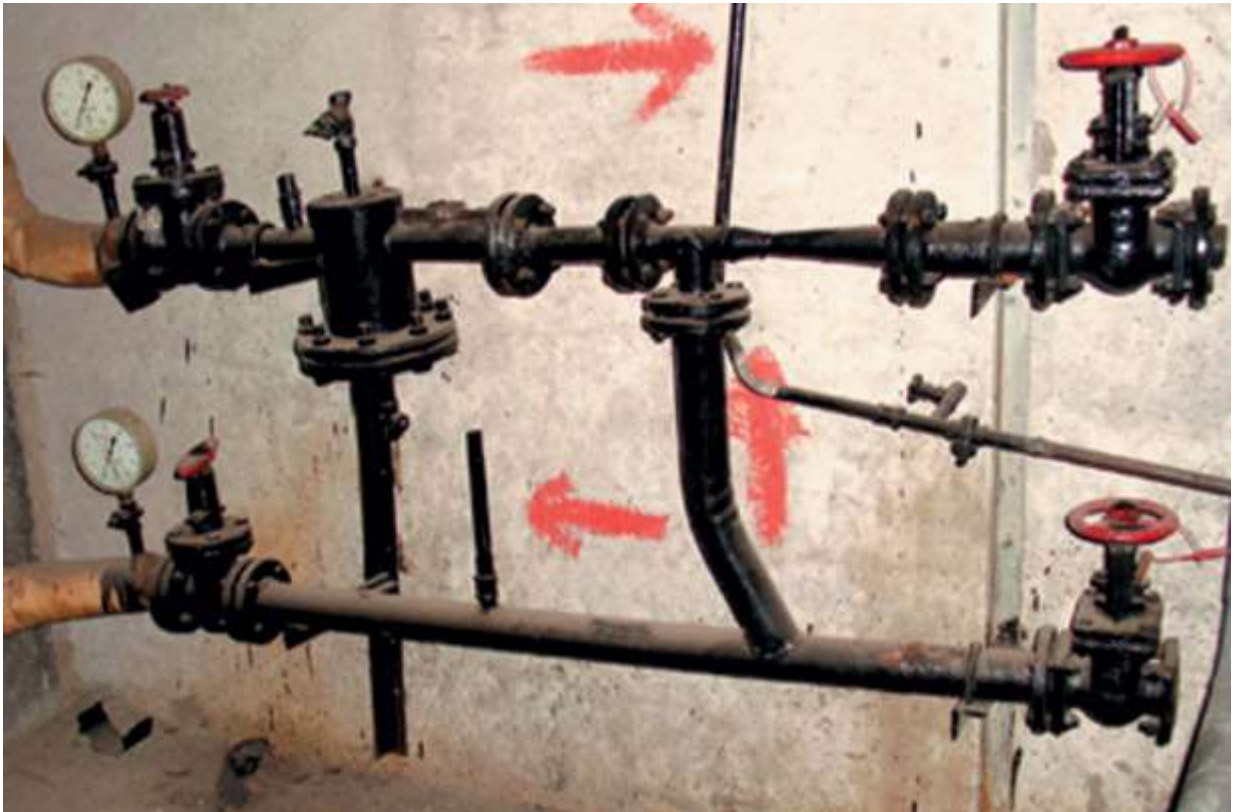


Рис 1.5 Застаріли ІТП

Відсутність автоматичного контролю аварійних режимів також створює серйозні ризики для експлуатації обладнання. Перевищення допустимого тиску, перегрів теплоносія, зупинка насосів або порушення електроживлення можуть призводити до аварійних ситуацій. Якщо система не оснащена відповідними датчиками та захисними пристроями, наслідки таких відхилень можуть бути значними як з технічної, так і з економічної точки зору.

Суттєвим недоліком неавтоматизованих теплових пунктів є відсутність можливості дистанційного моніторингу та диспетчеризації. Для контролю роботи обладнання необхідна постійна присутність персоналу безпосередньо на об'єкті. Це збільшує витрати на експлуатацію та ускладнює своєчасне реагування на аварійні ситуації. У сучасних умовах, коли активно

впроваджуються цифрові технології управління інженерними системами, така організація роботи є малоефективною.

Додатковою проблемою є високий рівень фізичного та морального зносу обладнання. Багато теплових пунктів експлуатуються протягом десятків років без суттєвої модернізації. Зношені насоси, теплообмінники та регулююча арматура працюють із зниженою ефективністю, що призводить до збільшення споживання енергії та витрат на технічне обслуговування. Відсутність автоматичного контролю лише посилює негативний вплив цих факторів.

Важливим аспектом є також неможливість накопичення та аналізу експлуатаційних даних. У сучасних автоматизованих системах усі параметри роботи зберігаються в електронному вигляді та можуть використовуватися для аналізу ефективності функціонування обладнання. У неавтоматизованих теплових пунктах така інформація або взагалі відсутня, або фіксується вручну, що значно обмежує можливості оптимізації режимів роботи.

В умовах постійного зростання вартості енергоносіїв зазначені недоліки набувають особливої актуальності. Навіть незначне підвищення ефективності використання теплової енергії дозволяє отримати відчутний економічний ефект. Саме тому модернізація теплових пунктів шляхом впровадження сучасних засобів автоматизації розглядається як один із найбільш ефективних способів зменшення енергоспоживання та підвищення якості теплопостачання житлових будинків.

Таким чином, експлуатація неавтоматизованих теплових пунктів супроводжується численними технічними, економічними та організаційними проблемами. До основних із них належать перевитрата теплової енергії, нестабільність температурного режиму, залежність від людського фактора, відсутність оперативного контролю параметрів роботи обладнання, підвищений ризик аварійних ситуацій та збільшення експлуатаційних витрат. Усунення зазначених недоліків можливе шляхом впровадження сучасних автоматизованих систем керування, які забезпечують підтримання

оптимальних режимів роботи обладнання та сприяють підвищенню енергоефективності систем теплопостачання багатоквартирних будинків.

1.4 Необхідність та переваги автоматизації теплових пунктів

Сучасний розвиток житлово-комунального господарства нерозривно пов'язаний із впровадженням енергоефективних технологій, спрямованих на раціональне використання енергетичних ресурсів та підвищення якості комунальних послуг. Одним із найважливіших напрямів модернізації інженерних систем житлових будівель є автоматизація теплових пунктів. Необхідність впровадження автоматизованих систем керування обумовлена як технічними, так і економічними чинниками, пов'язаними зі зростанням вартості енергоносіїв, підвищенням вимог до енергоефективності будівель та необхідністю забезпечення комфортних умов проживання населення.

У традиційних системах теплопостачання регулювання режимів роботи обладнання часто виконується вручну або здійснюється за спрощеними алгоритмами, які не враховують поточні зміни зовнішніх та внутрішніх факторів. У результаті цього виникають перевитрати теплової енергії, нестабільність температурного режиму приміщень та підвищені експлуатаційні витрати. Автоматизація дозволяє усунути зазначені недоліки шляхом безперервного контролю параметрів роботи системи та оперативного коригування режимів функціонування обладнання відповідно до фактичних потреб споживачів.

Однією з головних причин впровадження автоматизації є необхідність підвищення енергоефективності систем теплопостачання. У більшості житлових будинків потреба в тепловій енергії постійно змінюється залежно від температури зовнішнього повітря, інтенсивності сонячного випромінювання, кількості людей у приміщеннях та інших факторів. Якщо система працює за незмінними параметрами, виникає ситуація, коли частина теплової енергії використовується неефективно. Автоматизована система керування дозволяє постійно адаптувати режими роботи обладнання до

поточних умов експлуатації, забезпечуючи мінімально необхідне споживання тепла без погіршення комфортності проживання.

Особливе значення має використання погодозалежного регулювання. Суть цього методу полягає в автоматичній зміні температури теплоносія залежно від температури зовнішнього повітря. Контролер безперервно аналізує інформацію від зовнішнього температурного датчика та визначає оптимальний режим роботи теплового пункту. У періоди потепління система автоматично зменшує подачу теплової енергії, а під час похолодання збільшує її. Завдяки цьому забезпечується стабільна температура всередині приміщень та значно зменшуються втрати теплової енергії.

Важливою перевагою автоматизації є можливість підтримання стабільного температурного режиму у приміщеннях. Для мешканців багатоквартирних будинків комфортність проживання багато в чому визначається температурою внутрішнього повітря. У неавтоматизованих системах температура може суттєво коливатися залежно від погодних умов та режиму роботи теплової мережі. Використання автоматизованих засобів регулювання дозволяє підтримувати задані параметри з високою точністю, незалежно від зовнішніх впливів.

Автоматизація також сприяє підвищенню надійності функціонування систем теплопостачання. Сучасні контролери здатні безперервно контролювати стан обладнання, аналізувати показники датчиків та своєчасно виявляти відхилення від нормальних режимів роботи. У разі виникнення несправностей система може автоматично формувати аварійні повідомлення або виконувати захисні дії для запобігання пошкодженню обладнання. Такий підхід значно зменшує ймовірність виникнення аварійних ситуацій та підвищує загальну надійність експлуатації теплового пункту.

Одним із ключових факторів ефективності автоматизованих систем є зменшення впливу людського фактора. У процесі ручного керування завжди існує ризик помилки оператора, неправильного налаштування обладнання або несвоєчасного реагування на зміну режимів роботи. Автоматична

система виконує всі необхідні операції відповідно до закладеного алгоритму, забезпечуючи високу точність та повторюваність процесів регулювання. Це особливо важливо для об'єктів, які працюють у безперервному режимі протягом усього опалювального сезону.

Суттєвою перевагою автоматизації є можливість впровадження частотного регулювання насосного обладнання, Рисунок 1.6. Традиційні насосні установки працюють із постійною продуктивністю незалежно від фактичної потреби системи. У результаті цього витрачається зайва електроенергія та прискорюється зношування обладнання. Використання частотних перетворювачів дозволяє змінювати швидкість обертання електродвигунів насосів залежно від поточного навантаження. Це забезпечує значне зниження споживання електроенергії та збільшує термін служби насосного обладнання.



Рис 1.6 ТП з частотним регулюванням

Автоматизація теплових пунктів позитивно впливає на економічні показники експлуатації будівлі. Скорочення витрат теплової та електричної

енергії безпосередньо зменшує витрати на оплату комунальних послуг. Крім того, зменшується потреба у постійному обслуговуючому персоналі, оскільки значна частина функцій контролю та керування виконується автоматично. У результаті загальні витрати на експлуатацію інженерних систем будівлі можуть бути суттєво знижені.

Окрему увагу слід приділити можливостям диспетчеризації автоматизованих теплових пунктів, Рисунок 1.7. Сучасні системи керування підтримують передачу даних через локальні комп'ютерні мережі або канали зв'язку до диспетчерських центрів. Це дозволяє здійснювати дистанційний моніторинг роботи обладнання, аналізувати поточні параметри системи, змінювати налаштування та отримувати повідомлення про аварійні ситуації в режимі реального часу. Використання диспетчеризації значно підвищує ефективність управління інженерними системами будівлі та скорочує час реагування на можливі несправності.



Рис 1.7 Диспетчеризація ІТП

Автоматизовані системи забезпечують також можливість ведення архівів технологічних параметрів. Усі дані щодо температури, тиску, витрати теплоносія, режимів роботи насосів та інших показників можуть зберігатися в електронному вигляді протягом тривалого часу. Це дозволяє проводити аналіз ефективності роботи обладнання, визначати тенденції зміни параметрів та своєчасно виявляти ознаки можливих несправностей. Наявність архівної інформації є важливою складовою сучасних систем технічного обслуговування та діагностики.

Важливою перевагою автоматизації є підвищення рівня безпеки експлуатації обладнання. У процесі роботи теплового пункту можливе виникнення різноманітних аварійних ситуацій, пов'язаних із перевищенням тиску, перегрівом теплоносія, відмовою насосів або порушенням електропостачання. Сучасні автоматизовані системи оснащуються багаторівневими засобами захисту, які дозволяють своєчасно виявляти небезпечні режими та автоматично вживати заходів для їх усунення. Завдяки цьому значно знижується ризик пошкодження обладнання та виникнення аварій.

Не менш важливою є екологічна складова автоматизації теплових пунктів. Скорочення споживання теплової енергії сприяє зменшенню витрат палива на теплогенеруючих підприємствах. Це, своєю чергою, призводить до зниження викидів шкідливих речовин та парникових газів в атмосферу. Таким чином, автоматизація систем теплопостачання сприяє не лише економії ресурсів, але й покращенню екологічної ситуації.

Сучасні тенденції розвитку інженерних систем будівель передбачають інтеграцію теплових пунктів до концепції «розумного будинку». У рамках таких систем тепловий пункт взаємодіє з іншими інженерними підсистемами, зокрема вентиляцією, кондиціонуванням, електропостачанням та системами енергомоніторингу. Комплексне управління всіма інженерними системами дозволяє досягти максимального рівня енергоефективності та забезпечити оптимальні умови експлуатації будівлі.

Важливим аргументом на користь автоматизації є відповідність сучасним нормативним вимогам щодо енергозбереження. Законодавство України та міжнародні стандарти передбачають поступове впровадження енергоефективних технологій у житловому секторі. Використання автоматизованих теплових пунктів є одним із найбільш ефективних способів досягнення встановлених показників енергозбереження та виконання вимог нормативних документів.

Таким чином, автоматизація теплових пунктів багатоквартирних будинків є необхідною умовою підвищення енергоефективності, надійності та безпеки систем теплопостачання. Використання сучасних засобів автоматичного керування дозволяє забезпечити оптимальне використання енергетичних ресурсів, підвищити комфортність проживання мешканців, скоротити експлуатаційні витрати та зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Саме тому впровадження автоматизованих систем керування тепловими пунктами є одним із найперспективніших напрямів модернізації житлово-комунального господарства в сучасних умовах.

1.5 Висновки до розділу 1

У першому розділі дипломної роботи було проведено аналіз особливостей функціонування систем теплопостачання багатоквартирних житлових будинків, розглянуто призначення та принцип роботи індивідуальних теплових пунктів, досліджено основні проблеми експлуатації неавтоматизованих систем теплопостачання та обґрунтовано необхідність впровадження сучасних засобів автоматизації.

Встановлено, що система теплопостачання багатоквартирного будинку є складним інженерним комплексом, від ефективності функціонування якого залежить забезпечення комфортних умов проживання мешканців, раціональне використання енергетичних ресурсів та економічні показники експлуатації будівлі. Основним завданням системи є забезпечення стабільного теплового режиму приміщень незалежно від змін зовнішніх

кліматичних умов, а також підтримання необхідних параметрів гарячого водопостачання. Водночас сучасні вимоги до енергоефективності та енергозбереження потребують постійного вдосконалення технічних рішень, що застосовуються у сфері теплопостачання.

Проведений аналіз показав, що центральним елементом системи теплопостачання багатоквартирного будинку є індивідуальний тепловий пункт, який забезпечує приймання теплової енергії від зовнішньої теплової мережі, її перетворення, розподіл між споживачами та підтримання необхідних параметрів теплоносія. Саме через тепловий пункт реалізується регулювання температури, тиску та витрати теплоносія, здійснюється контроль роботи обладнання та забезпечується безпечна експлуатація внутрішньобудинкових систем опалення і гарячого водопостачання. Ефективність роботи теплового пункту значною мірою визначає загальний рівень енергоефективності будівлі та якість надання комунальних послуг.

У результаті дослідження встановлено, що значна кількість існуючих теплових пунктів продовжує експлуатуватися без сучасних засобів автоматичного керування. Це призводить до виникнення низки технічних та економічних проблем, серед яких особливе місце займають перевитрати теплової енергії, нерівномірний розподіл тепла між окремими споживачами, нестабільність температурного режиму приміщень, підвищені експлуатаційні витрати та залежність ефективності роботи системи від людського фактора. Відсутність автоматичного контролю та регулювання ускладнює забезпечення оптимальних режимів роботи обладнання та знижує загальну ефективність функціонування системи теплопостачання.

Встановлено, що одним із найбільш ефективних шляхів вирішення зазначених проблем є впровадження сучасних автоматизованих систем керування тепловими пунктами. Використання автоматизації дозволяє забезпечити безперервний контроль параметрів роботи обладнання, оперативне реагування на зміни зовнішніх умов, підтримання необхідної температури теплоносія та оптимізацію споживання теплової енергії.

Особливу роль у підвищенні енергоефективності відіграє погодозалежне регулювання, яке забезпечує автоматичну зміну режимів роботи системи відповідно до температури зовнішнього повітря та фактичних теплових потреб будівлі.

Дослідження показало, що застосування сучасних засобів автоматизації забезпечує не лише скорочення споживання теплової енергії, але й підвищення надійності та безпеки експлуатації обладнання. Використання датчиків температури, тиску та витрати, програмованих логічних контролерів, регулюючих клапанів з електроприводами, частотно-керованих насосних агрегатів та систем диспетчеризації дозволяє реалізувати ефективне керування технологічними процесами та своєчасно виявляти відхилення від нормальних режимів роботи. Це сприяє зменшенню ризику виникнення аварійних ситуацій та підвищенню терміну служби обладнання.

Окрему увагу приділено питанням економічної ефективності автоматизації теплових пунктів. Встановлено, що впровадження автоматизованих систем керування забезпечує скорочення витрат на теплову та електричну енергію, зменшує потребу у ручному втручанні обслуговуючого персоналу та створює умови для більш ефективного використання ресурсів. Крім того, автоматизація сприяє підвищенню рівня комфорту мешканців завдяки підтриманню стабільних параметрів мікроклімату в приміщеннях.

Таким чином, проведений аналіз підтверджує актуальність розроблення систем автоматизації теплових пунктів багатоквартирних будинків. Використання сучасних засобів автоматичного керування дозволяє суттєво підвищити енергоефективність систем теплопостачання, забезпечити надійну та безпечну роботу обладнання, знизити експлуатаційні витрати та покращити якість теплопостачання споживачів. Отримані результати є підставою для подальшого виконання дипломного проєкту, пов'язаного з вибором технічних засобів автоматизації, розробленням функціональної

схеми системи керування та створенням ефективної системи автоматизації теплового пункту багатоквартирного будинку.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Характеристика об'єкта автоматизації

Автоматизація технологічних процесів теплопостачання є одним із найбільш ефективних напрямів підвищення енергоефективності житлово-комунального господарства. Об'єктом автоматизації в даній роботі є індивідуальний тепловий пункт багатоквартирного житлового будинку, призначений для приймання теплової енергії від зовнішньої теплової мережі, її перетворення та подальшого розподілу між системами опалення і гарячого водопостачання будівлі.

Індивідуальний тепловий пункт являє собою комплекс технологічного обладнання, розташованого у спеціально відведеному технічному приміщенні будинку. Основним призначенням теплового пункту є забезпечення необхідних параметрів теплоносія для внутрішньобудинкових систем опалення та гарячого водопостачання відповідно до поточних умов експлуатації та вимог нормативної документації. Крім цього, тепловий пункт виконує функції обліку теплової енергії, захисту обладнання від аварійних режимів роботи та забезпечення енергоефективного використання теплових ресурсів.

Для даної роботи розглядається багатоквартирний житловий будинок, підключений до централізованої системи теплопостачання. Передача теплової енергії здійснюється через теплову мережу, яка підводить теплоносій до теплового пункту по подаючому трубопроводу. Після передачі теплової енергії у внутрішню систему будинку охолоджений теплоносій повертається до теплової мережі через зворотний трубопровід.

Технологічний процес у тепловому пункті базується на передачі теплової енергії через теплообмінне обладнання. У сучасних індивідуальних теплових пунктах переважно використовуються пластинчасті теплообмінники, які характеризуються високою ефективністю теплопередачі, компактними розмірами та можливістю швидкого технічного

обслуговування. Теплова енергія від мережевого теплоносія передається теплоносію внутрішнього контуру без їх змішування, що забезпечує надійність роботи системи та захищає внутрішньобудинкове обладнання від негативного впливу зовнішньої мережі.

Для забезпечення циркуляції теплоносія використовуються насосні агрегати. Вони створюють необхідний перепад тиску в системі опалення та забезпечують транспортування теплоносія до всіх опалювальних приладів будинку. Стабільність роботи насосного обладнання безпосередньо впливає на якість теплопостачання та ефективність функціонування всієї системи.

У процесі експлуатації теплового пункту необхідно підтримувати низку технологічних параметрів у встановлених межах. До таких параметрів належать температура теплоносія у подаючому та зворотному трубопроводах, температура гарячої води, тиск у системі, витрата теплоносія та температура зовнішнього повітря. Саме ці параметри визначають якість теплопостачання та рівень енергоспоживання будівлі.

Особливістю функціонування теплового пункту є постійна зміна теплового навантаження. Упродовж опалювального сезону потреба будівлі в тепловій енергії залежить від температури зовнішнього повітря, сили вітру, сонячної радіації, тепловиділень усередині приміщень та багатьох інших факторів. У зв'язку з цим система теплопостачання повинна оперативно реагувати на зміну умов експлуатації та забезпечувати відповідне коригування режимів роботи обладнання.

Традиційні системи керування, які передбачають ручне регулювання або використання найпростіших засобів автоматизації, не забезпечують необхідної точності підтримання параметрів технологічного процесу. У результаті цього виникають перевитрати теплової енергії, погіршується комфортність проживання мешканців та збільшуються експлуатаційні витрати. Саме тому актуальним завданням є створення сучасної автоматизованої системи керування тепловим пунктом, здатної забезпечити оптимальні режими роботи обладнання.

З метою підвищення ефективності функціонування теплового пункту передбачається впровадження системи автоматизації, яка забезпечуватиме безперервний контроль технологічних параметрів, автоматичне регулювання температури теплоносія відповідно до погодних умов, керування насосним обладнанням, формування аварійних повідомлень та передачу інформації оператору. Реалізація таких функцій дозволить підвищити енергоефективність системи тепlopостачання, забезпечити стабільний температурний режим у приміщеннях та знизити витрати на експлуатацію обладнання.

Таким чином, індивідуальний тепловий пункт багатоквартирного житлового будинку є складним технологічним об'єктом із великою кількістю взаємопов'язаних параметрів та обладнання. Його ефективне функціонування можливе лише за умови використання сучасних засобів автоматизації, здатних забезпечити оптимальне керування процесами тепlopостачання та підтримання необхідних технологічних режимів роботи.

2.2 Аналіз технологічного процесу та визначення параметрів автоматизації

Ефективність функціонування будь-якої автоматизованої системи керування значною мірою залежить від правильного визначення параметрів технологічного процесу, які підлягають контролю, регулюванню та сигналізації. Для забезпечення надійної та економічно ефективної роботи індивідуального теплового пункту необхідно постійно контролювати стан технологічного обладнання та параметри теплоносія, а також забезпечувати автоматичне реагування системи на зміну умов експлуатації. Саме тому одним із найважливіших етапів розроблення системи автоматизації є аналіз технологічного процесу та визначення переліку контрольованих і регульованих величин.

Технологічний процес у тепловому пункті полягає у прийманні теплової енергії від зовнішньої теплової мережі, передачі цієї енергії

внутрішнім системам будинку та підтриманні необхідних параметрів теплоносія відповідно до встановлених вимог. Для виконання зазначених функцій використовується комплекс обладнання, до складу якого входять теплообмінники, циркуляційні насоси, регулюючі клапани, трубопроводи, теплотічильники та різноманітні вимірювальні прилади.

Під час роботи теплового пункту відбувається безперервна зміна параметрів зовнішнього середовища та теплового навантаження будівлі. Температура зовнішнього повітря може змінюватися в широких межах як протягом опалювального сезону, так і протягом доби. Крім того, на тепловий баланс будівлі впливають сонячна радіація, швидкість вітру, кількість мешканців та інтенсивність використання приміщень. У зв'язку з цим виникає необхідність постійного коригування режимів роботи обладнання для підтримання оптимальних умов теплопостачання.

Одним із найважливіших параметрів технологічного процесу є температура теплоносія у подаючому трубопроводі системи опалення. Саме цей параметр безпосередньо визначає кількість теплової енергії, яка надходить до опалювальних приладів. Якщо температура теплоносія буде недостатньою, приміщення не отримають необхідної кількості тепла, а якщо надмірною — виникатимуть перевитрати енергетичних ресурсів. Тому температура подаючого теплоносія повинна підтримуватися відповідно до заданого температурного графіка.

Не менш важливим параметром є температура теплоносія у зворотному трубопроводі. Контроль цього параметра дозволяє оцінювати ефективність використання теплової енергії в системі опалення та визначати фактичний тепловий режим роботи будівлі. Крім того, температура зворотного теплоносія використовується для розрахунку спожитої теплової енергії та аналізу роботи теплообмінного обладнання.

Важливе значення має температура гарячої води у системі гарячого водопостачання. Відповідно до нормативних вимог температура гарячої води повинна підтримуватися в установлених межах, які забезпечують комфортні

умови користування та санітарну безпеку. Значне зниження температури погіршує якість послуги, а її підвищення призводить до перевитрати теплової енергії та створює небезпеку отримання опіків. У зв'язку з цим температура гарячої води належить до параметрів, які підлягають обов'язковому автоматичному регулюванню.

Особливу роль у сучасних системах теплопостачання відіграє температура зовнішнього повітря. Цей параметр використовується для реалізації погодозалежного регулювання, яке є одним із найбільш ефективних способів економії теплової енергії. На підставі інформації від зовнішнього датчика контролер визначає необхідну температуру теплоносія та формує відповідні керуючі сигнали для виконавчих механізмів системи.

Крім температурних параметрів, важливим завданням автоматизації є контроль тиску теплоносія. У процесі роботи теплового пункту необхідно забезпечувати стабільний гідравлічний режим системи. Надмірне підвищення тиску може призвести до пошкодження трубопроводів, теплообмінників або арматури, тоді як надто низький тиск погіршує циркуляцію теплоносія та негативно впливає на ефективність теплопостачання. Для контролю даного параметра використовуються спеціальні датчики тиску, сигнали від яких надходять до системи автоматизації.

Ще одним важливим параметром є витрата теплоносія. Величина витрати визначає кількість теплової енергії, яка передається споживачам, та використовується для оцінки ефективності функціонування обладнання. Контроль витрати дозволяє своєчасно виявляти відхилення у роботі насосів, засмічення трубопроводів або несправності теплообмінників.

На основі аналізу технологічного процесу всі параметри системи автоматизації можна умовно поділити на три основні групи: параметри контролю, параметри регулювання та параметри аварійної сигналізації.

До параметрів контролю належать температура теплоносія в подаючому трубопроводі, температура теплоносія у зворотному трубопроводі, температура гарячої води, температура зовнішнього повітря,

тиск у подаючій магістралі, тиск у зворотному трубопроводі, витрата теплоносія та стан насосного обладнання. Значення цих параметрів повинні безперервно відображатися оператору та зберігатися в архіві системи керування.

До параметрів автоматичного регулювання належать температура теплоносія в системі опалення, температура гарячої води та продуктивність насосного обладнання. Саме ці величини безпосередньо впливають на якість теплопостачання та рівень енергоспоживання. Регулювання здійснюється шляхом зміни положення регулюючого клапана та зміни частоти обертання насосів.

Під час роботи системи особливе значення має реалізація функцій аварійної сигналізації. До аварійних ситуацій належать перевищення допустимого тиску, зниження тиску нижче встановленого рівня, перегрів теплоносія, відмова насосного обладнання, обрив ліній зв'язку з датчиками, відсутність електроживлення та інші відхилення від нормального режиму роботи. У разі виникнення таких ситуацій система повинна негайно формувати відповідне повідомлення оператору та, за необхідності, автоматично переводити обладнання в безпечний режим роботи.

Для реалізації зазначених функцій до складу системи автоматизації необхідно включити комплекс сучасних технічних засобів. Первинну інформацію про параметри технологічного процесу забезпечують датчики температури, тиску та витрати. Обробка інформації та формування керуючих сигналів здійснюється програмованим логічним контролером. Безпосередній вплив на технологічний процес виконують регулюючі клапани з електроприводами та насосні агрегати з частотним керуванням.

Аналіз технологічного процесу показує, що основною регульованою величиною системи є температура теплоносія у подаючому трубопроводі системи опалення. Саме підтримання цього параметра на заданому рівні забезпечує необхідний тепловий режим будівлі та визначає ефективність використання теплової енергії. Вплив на об'єкт регулювання здійснюється

шляхом зміни положення регулюючого клапана, встановленого на стороні мережевого теплоносія.

Таким чином, проведений аналіз технологічного процесу дозволив визначити основні параметри, які необхідно контролювати, регулювати та сигналізувати в процесі експлуатації індивідуального теплового пункту. Отримані результати є основою для подальшого розроблення функціональної схеми автоматизації та вибору технічних засобів системи керування, які забезпечуватимуть надійну, безпечну та енергоефективну роботу теплового пункту багатоквартирного житлового будинку.

2.3 Розроблення функціональної схеми автоматизації

Функціональна схема автоматизації є одним із найважливіших документів під час проєктування автоматизованих систем керування технологічними процесами. Вона відображає склад технічних засобів автоматизації, взаємозв'язок між окремими елементами системи та принципи передачі інформації між засобами контролю, керування і виконавчими механізмами. На основі функціональної схеми здійснюється подальший вибір обладнання, розроблення електричних схем, програмування контролера та створення операторського інтерфейсу.

Під час розроблення системи автоматизації індивідуального теплового пункту багатоквартирного будинку основною метою є забезпечення автоматичного підтримання необхідних параметрів теплоносія відповідно до поточного теплового навантаження та зовнішніх кліматичних умов. Для реалізації поставленого завдання система повинна виконувати функції вимірювання технологічних параметрів, обробки отриманої інформації, формування керуючих сигналів, керування виконавчими механізмами та інформування обслуговуючого персоналу про поточний стан обладнання.

В основу розроблюваної системи покладено принцип погодозалежного регулювання температури теплоносія. Згідно з цим принципом температура теплоносія у системі опалення автоматично змінюється залежно від

температури зовнішнього повітря. Такий підхід дозволяє забезпечити необхідний рівень теплового комфорту в приміщеннях та водночас мінімізувати витрати теплової енергії.

Для реалізації функцій автоматичного керування передбачається встановлення датчика температури зовнішнього повітря. Даний датчик монтується на зовнішній стіні будівлі в місці, захищеному від прямого сонячного випромінювання та інших факторів, які можуть впливати на точність вимірювання. Отримана інформація передається до програмованого логічного контролера, який використовує її для визначення необхідного значення температури теплоносія відповідно до заданого температурного графіка.

Контроль температури теплоносія у системі опалення здійснюється за допомогою датчика температури, встановленого на подаючому трубопроводі після теплообмінника. Саме цей параметр є основною регульованою величиною системи автоматизації. Контролер постійно порівнює фактичне значення температури з розрахунковим значенням та формує відповідний керуючий сигнал для виконавчого механізму.

Для контролю ефективності роботи системи передбачається встановлення датчика температури на зворотному трубопроводі. Інформація про температуру зворотного теплоносія використовується для аналізу теплового режиму будівлі, оцінювання ефективності використання теплової енергії та визначення фактичного теплового навантаження системи.

У контурі гарячого водопостачання також встановлюється датчик температури. Його призначення полягає у підтриманні необхідної температури гарячої води незалежно від режиму водоспоживання. Сигнал від датчика надходить до контролера, який здійснює автоматичне керування відповідним регулюючим клапаном для підтримання заданого значення температури.

Для забезпечення безпечної роботи обладнання функціональною схемою передбачається використання датчиків тиску. Один із них

встановлюється на подаючому трубопроводі системи опалення, а другий — на зворотному трубопроводі. Контроль тиску дозволяє своєчасно виявляти порушення гідравлічного режиму, несправності насосного обладнання, витoki теплоносія або засмічення окремих ділянок трубопроводів. У разі виходу значення тиску за допустимі межі система формує аварійне повідомлення та може автоматично виконати захисні дії.

Для вимірювання витрати теплоносія у функціональній схемі передбачається використання витратоміра, який входить до складу теплотічильника. Отримані дані використовуються для комерційного обліку теплової енергії, контролю ефективності роботи системи та формування звітної інформації про споживання тепла.

Центральним елементом функціональної схеми автоматизації є програмований логічний контролер. Саме він виконує функції збору інформації від датчиків, математичної обробки отриманих даних, реалізації алгоритмів автоматичного керування та формування керуючих сигналів для виконавчих механізмів. Контролер працює безперервно протягом усього часу експлуатації теплового пункту та забезпечує підтримання заданих параметрів технологічного процесу.

Основним виконавчим механізмом системи автоматизації є регулюючий клапан із електричним приводом, встановлений на трубопроводі мережевого теплоносія перед теплообмінником системи опалення. Зміна положення клапана дозволяє регулювати кількість теплової енергії, яка надходить до теплообмінника. Якщо фактична температура теплоносія нижча від заданої, контролер збільшує відкриття клапана. Якщо температура перевищує необхідне значення, клапан частково закривається. Таким чином забезпечується стабілізація температурного режиму системи.

Для підвищення енергоефективності передбачається автоматизація роботи циркуляційних насосів. Насоси забезпечують циркуляцію теплоносія через систему опалення та теплообмінне обладнання. У сучасних системах автоматизації доцільним є використання частотного регулювання швидкості

обертання електродвигунів насосів. У такому випадку продуктивність насосного обладнання автоматично змінюється залежно від поточного навантаження системи. Це дозволяє суттєво зменшити споживання електроенергії та збільшити ресурс роботи насосів.

У функціональній схемі також передбачається резервування насосного обладнання. Один насос працює в основному режимі, тоді як другий перебуває в резерві. У разі відмови основного агрегату система автоматично перемикається на резервний насос, що дозволяє забезпечити безперервне функціонування теплового пункту та уникнути порушення теплопостачання споживачів.

Для забезпечення взаємодії між оператором та системою автоматизації використовується панель оператора. На екрані панелі відображаються поточні значення температур, тисків, витрат теплоносія, стан насосного обладнання, положення регулюючих клапанів та інша технологічна інформація. Крім того, оператор отримує повідомлення про аварійні ситуації та може змінювати налаштування системи відповідно до вимог експлуатації.

Однією з важливих функцій розроблюваної системи є аварійна сигналізація. Контролер постійно контролює справність датчиків, стан виконавчих механізмів та значення технологічних параметрів. У разі виникнення аварійної ситуації формується відповідне повідомлення, яке відображається на панелі оператора та передається до диспетчерської системи. До основних аварійних режимів належать перевищення допустимого тиску, перегрів теплоносія, відмова насосного обладнання, несправність датчиків та зникнення електроживлення.

З метою підвищення ефективності експлуатації теплового пункту функціональною схемою передбачається можливість дистанційного моніторингу та диспетчеризації. Усі технологічні параметри можуть передаватися до диспетчерського центру через мережу зв'язку. Це дозволяє контролювати роботу обладнання в режимі реального часу, оперативно

реагувати на аварійні ситуації та виконувати аналіз ефективності роботи системи.

Таким чином, розроблена функціональна схема автоматизації забезпечує комплексне вирішення завдань контролю, регулювання та керування технологічними процесами індивідуального теплового пункту. Використання сучасних засобів автоматизації дозволяє підтримувати необхідні параметри теплоносія, підвищити енергоефективність системи тепlopостачання, забезпечити надійну та безпечну роботу обладнання, а також створити умови для подальшої інтеграції теплового пункту до сучасних систем диспетчеризації та енергомоніторингу.

2.4 Вибір технічних засобів автоматизації

Одним із найважливіших етапів проєктування автоматизованої системи керування тепловим пунктом є вибір технічних засобів автоматизації. Від правильності вибору обладнання залежить надійність функціонування системи, точність підтримання технологічних параметрів, рівень енергоефективності, безпека експлуатації та загальна економічна ефективність проєкту. Під час вибору технічних засобів необхідно враховувати особливості технологічного процесу, умови експлуатації обладнання, вимоги нормативної документації, а також можливість подальшого розширення та модернізації системи.

Оскільки основним завданням автоматизованої системи є підтримання оптимального режиму роботи теплового пункту, особливе значення має правильний вибір первинних вимірювальних перетворювачів. Саме вони забезпечують отримання достовірної інформації про стан технологічного процесу та є основою для формування керуючих впливів.

Для вимірювання температури теплоносія в системі опалення та гарячого водопостачання доцільно використовувати термометри опору типу Pt100. Дані датчики широко застосовуються в системах автоматизації теплових процесів завдяки високій точності вимірювання, стабільності

характеристик та значному терміну служби. Принцип їх роботи ґрунтується на зміні електричного опору платиногового елемента залежно від температури. Використання платинових термоперетворювачів забезпечує високу точність вимірювання в широкому діапазоні температур та дозволяє отримувати достовірні дані навіть за тривалої експлуатації.

Для контролю температури зовнішнього повітря також доцільно використовувати датчик температури на основі платиногового чутливого елемента Pt100. Вибір такого рішення пояснюється необхідністю забезпечення однакової метрологічної бази для всіх температурних вимірювань та спрощення інтеграції обладнання в систему керування. Датчик встановлюється на зовнішній стіні будівлі та забезпечує безперервну передачу інформації до контролера для реалізації погодозалежного регулювання.

Для вимірювання тиску теплоносія пропонується використання промислових датчиків тиску серії MBS, Рисунок 2.1. Такі датчики характеризуються високою точністю вимірювання, стійкістю до вібрацій та гідравлічних ударів, а також можливістю роботи у складних умовах експлуатації. Вихідний сигнал стандарту 4–20 мА забезпечує високу завадостійкість під час передавання інформації до контролера та широко використовується в сучасних промислових системах автоматизації.



Рис 2.1 Датчик тиску серії MBS

Для обліку теплової енергії та контролю витрати теплоносія до складу системи доцільно включити теплотічник із ультразвуковим витратоміром. Використання ультразвукової технології забезпечує високу точність вимірювання витрати теплоносія та відсутність рухомих елементів, що позитивно впливає на довговічність обладнання та зменшує потребу в технічному обслуговуванні. Крім функції комерційного обліку теплової енергії, даний прилад може використовуватися як джерело технологічної інформації для системи автоматизації.

Центральним елементом системи керування пропонується обрати програмований логічний контролер серії Siemens S7-1200, Рисунок 2.2. Даний контролер належить до найбільш поширених рішень у сфері промислової автоматизації та широко використовується для автоматизації теплових пунктів, насосних станцій, котелень та інших енергетичних об'єктів.



Рис 2.2 Контролер серії Siemens S7-1200

Основними перевагами контролера є висока надійність, модульна структура, широкі можливості розширення, підтримка сучасних протоколів обміну даними та зручність програмування. Контролер підтримує роботу з аналоговими та дискретними сигналами, що дозволяє підключати всі необхідні датчики та виконавчі механізми без використання додаткового

обладнання. Крім того, наявність вбудованого Ethernet-інтерфейсу значно спрощує реалізацію диспетчеризації та дистанційного моніторингу.

Для візуалізації технологічного процесу та забезпечення взаємодії оператора із системою автоматизації доцільно використовувати панель оператора серії HMI. Панель дозволяє відображати поточні значення температур, тисків, витрат теплоносія, стан насосного обладнання та регулюючих клапанів. За допомогою панелі оператор може змінювати налаштування системи, переглядати архіви подій та отримувати інформацію про аварійні ситуації.

Для регулювання кількості теплової енергії, що надходить до теплообмінника системи опалення, пропонується застосування регулюючого клапана з електричним приводом. Основною функцією даного пристрою є зміна витрати мережевого теплоносія залежно від команд, які формуються контролером. Завдяки плавному регулюванню досягається висока точність підтримання температури теплоносія та забезпечується ефективне використання теплової енергії.

Як виконавчий механізм регулюючого клапана доцільно використовувати електропривід із аналоговим керуванням. Наявність аналогового сигналу керування дозволяє реалізувати плавну зміну положення клапана залежно від величини відхилення регульованого параметра. Це забезпечує більш точне регулювання порівняно з двопозиційними системами керування та позитивно впливає на стабільність технологічного процесу.

Особливу увагу під час проєктування системи автоматизації необхідно приділити насосному обладнанню. Для забезпечення циркуляції теплоносія пропонується використання двох насосних агрегатів, один із яких працює в основному режимі, а другий перебуває в резерві. Така схема дозволяє забезпечити високу надійність теплопостачання та мінімізувати ризик аварійного припинення роботи системи.

З метою підвищення енергоефективності насосне обладнання доцільно оснащувати частотними перетворювачами. Частотний перетворювач забезпечує плавну зміну швидкості обертання електродвигуна залежно від поточного навантаження системи. У результаті цього досягається значне скорочення споживання електроенергії, зменшується зношування механічних вузлів насосів та підвищується стабільність роботи системи опалення.

Для організації електроживлення системи автоматизації передбачається використання окремої шафи керування, до складу якої входять автоматичні вимикачі, контактори, джерела живлення, проміжні реле та інше допоміжне обладнання. Шафа керування забезпечує захист електричних кіл від коротких замикань, перевантажень та інших аварійних режимів роботи.

Важливим елементом сучасної автоматизованої системи є засоби диспетчеризації. Для реалізації дистанційного моніторингу передбачається використання мережевих комунікаційних засобів, які забезпечують передачу технологічної інформації до диспетчерського пункту. Це дозволяє здійснювати цілодобовий контроль роботи теплового пункту, оперативно реагувати на аварійні ситуації та аналізувати ефективність функціонування обладнання.

Під час вибору технічних засобів особлива увага приділяється питанням надійності та довговічності обладнання. Усі елементи системи повинні бути розраховані на тривалу безперервну експлуатацію в умовах теплового пункту, характеризуватися високою завадостійкістю та відповідати вимогам чинних нормативних документів у сфері автоматизації та енергетики.

Проведений аналіз технічних характеристик сучасних засобів автоматизації показує, що використання датчиків температури Pt100, Рисунок 2.3, датчиків тиску промислового виконання, ультразвукових теплотічильників, програмованого логічного контролера Siemens S7-1200, частотно-керованих насосних агрегатів, регулюючих клапанів з електричними приводами та сучасних операторських панелей дозволяє

створити ефективну систему автоматизації теплового пункту, яка забезпечуватиме високу точність регулювання, надійність роботи обладнання та раціональне використання енергетичних ресурсів.



Рис 2.3 Датчик температури Pt100

Таким чином, обраний комплекс технічних засобів повністю відповідає вимогам до автоматизованої системи керування тепловим пунктом багатоквартирного житлового будинку та створює необхідні умови для реалізації всіх функцій контролю, регулювання, сигналізації та диспетчеризації технологічного процесу.

2.5 Розроблення алгоритму роботи системи автоматизації

Одним із ключових етапів створення автоматизованої системи керування тепловим пунктом є розроблення алгоритму її функціонування. Саме алгоритм визначає послідовність виконання операцій контролю, аналізу та керування технологічним процесом, забезпечує взаємодію між окремими елементами системи та формує логіку роботи обладнання в різних режимах експлуатації. Правильно розроблений алгоритм дозволяє забезпечити стабільність параметрів теплоносія, підвищити енергоефективність роботи

теплового пункту та мінімізувати вплив людського фактора на процес керування.

Основною метою розроблюваного алгоритму є підтримання необхідної температури теплоносія в системі опалення залежно від температури зовнішнього повітря, забезпечення безпечної роботи обладнання, автоматичне керування насосними агрегатами та своєчасне виявлення аварійних ситуацій. Для реалізації поставлених завдань система автоматизації працює в безперервному циклі, який повторюється протягом усього часу функціонування теплового пункту.

Після подачі живлення на систему автоматизації програмований логічний контролер виконує процедуру ініціалізації. На цьому етапі здійснюється перевірка працездатності основних модулів контролера, каналів введення та виведення інформації, а також встановлюється зв'язок із підключеними датчиками та виконавчими механізмами. Одночасно перевіряється справність операторської панелі та системи диспетчеризації. У разі виявлення несправностей система формує відповідне повідомлення оператору та блокує запуск обладнання до усунення причин несправності.

Після завершення процедури самодіагностики система переходить у робочий режим. Контролер починає циклічно опитувати всі підключені датчики та отримувати інформацію про поточний стан технологічного процесу. На цьому етапі здійснюється вимірювання температури зовнішнього повітря, температури теплоносія у подаючому та зворотному трубопроводах, температури гарячої води, тиску в системі та інших контрольованих параметрів.

Особливу роль у роботі алгоритму відіграє погодозалежне регулювання. Після отримання інформації від зовнішнього датчика температури контролер визначає необхідне значення температури теплоносія відповідно до заданого температурного графіка. Температурний графік встановлює залежність між температурою зовнішнього повітря та температурою теплоносія в системі опалення. За зниження температури

зовнішнього повітря система автоматично збільшує температуру теплоносія, а за підвищення температури — відповідно зменшує її.

Після визначення необхідного значення температури контролер порівнює його з фактичною температурою теплоносія, яка вимірюється датчиком на подаючому трубопроводі системи опалення. Результат порівняння використовується для формування сигналу керування регулюючим клапаном. Якщо фактична температура нижча за розрахункову, контролер збільшує ступінь відкриття клапана. Унаслідок цього через теплообмінник проходить більша кількість мережевого теплоносія, що сприяє підвищенню температури в системі опалення. Якщо температура перевищує задане значення, контролер частково закриває клапан та зменшує надходження теплової енергії.

Для забезпечення високої точності регулювання доцільно використовувати ПД-алгоритм керування. Такий алгоритм дозволяє враховувати не лише поточне відхилення температури від заданого значення, але й швидкість зміни параметра та накопичену помилку регулювання. У результаті забезпечується плавне керування виконавчим механізмом, відсутність різких коливань температури та підвищення стабільності роботи системи.

Окремий алгоритм реалізується для контуру гарячого водопостачання. Контролер безперервно контролює температуру гарячої води після теплообмінника та порівнює її із заданим значенням. На основі отриманих даних формується сигнал керування відповідним регулюючим клапаном. Таким чином підтримується стабільна температура гарячої води незалежно від інтенсивності водоспоживання та режиму роботи теплової мережі.

Одним із важливих елементів алгоритму є керування насосним обладнанням. У нормальному режимі роботи функціонує основний насос, який забезпечує циркуляцію теплоносія через систему опалення. Контролер постійно контролює стан насосного агрегату за допомогою сигналів

зворотного зв'язку. Якщо основний насос працює справно, система продовжує функціонувати в штатному режимі.

У разі виникнення несправності основного насоса алгоритм автоматично виконує його відключення та подає команду на запуск резервного насоса. Одночасно формується аварійне повідомлення для оператора. Завдяки використанню резервного насосного агрегату забезпечується безперервність теплопостачання навіть у разі відмови основного обладнання.

Для підвищення надійності роботи системи алгоритмом передбачається автоматичне чергування насосів. Через заданий проміжок часу основний та резервний насоси міняються місцями. Такий підхід дозволяє забезпечити рівномірне напруження обладнання та збільшити загальний ресурс насосних агрегатів.

Під час роботи системи постійно здійснюється контроль тиску теплоносія. Якщо значення тиску перевищує допустимий рівень або знижується нижче встановленого мінімуму, контролер формує аварійне повідомлення та виконує захисні дії відповідно до закладеного алгоритму. У разі критичних відхилень можливе автоматичне відключення окремих елементів обладнання для запобігання аварійним ситуаціям.

Важливою складовою алгоритму є контроль справності датчиків. Якщо контролер виявляє обрив сигнального кола, коротке замикання або отримує значення, які виходять за фізично можливі межі, відповідний датчик визнається несправним. У такому випадку формується аварійне повідомлення та активуються спеціальні режими роботи, які забезпечують безпечне функціонування системи до усунення несправності.

Для забезпечення зручності експлуатації передбачається два основних режими роботи системи: автоматичний та ручний. У автоматичному режимі всі операції керування виконуються контролером відповідно до закладених алгоритмів. У ручному режимі оператор отримує можливість безпосередньо керувати окремими виконавчими механізмами через операторську панель.

Такий режим використовується під час налагодження обладнання, проведення ремонтних робіт та технічного обслуговування.

Алгоритм також передбачає ведення архіву технологічних параметрів. У процесі роботи контролер періодично зберігає значення температур, тисків, положення регулюючих клапанів, стану насосів та інших параметрів. Архівна інформація використовується для аналізу ефективності роботи системи, виявлення причин аварійних ситуацій та оптимізації режимів експлуатації теплового пункту.

Для підвищення оперативності керування реалізується функція диспетчеризації. Усі технологічні дані передаються до диспетчерського пункту або системи верхнього рівня. Оператор отримує можливість дистанційно контролювати роботу обладнання, переглядати архіви подій та оперативно реагувати на аварійні ситуації. У разі виникнення несправності система автоматично передає відповідне повідомлення до диспетчерського центру.

Особливу увагу під час розроблення алгоритму приділено питанням безпеки. Усі аварійні режими мають пріоритет над режимами нормального функціонування. У випадку виникнення небезпечної ситуації контролер негайно виконує передбачені захисні дії, спрямовані на збереження обладнання та забезпечення безпеки персоналу.

Таким чином, розроблений алгоритм роботи системи автоматизації забезпечує комплексне керування технологічними процесами теплового пункту, підтримання необхідних параметрів теплоносія, автоматичне керування насосним обладнанням, реалізацію погодозалежного регулювання та своєчасне реагування на аварійні ситуації. Запропонований алгоритм створює необхідні умови для ефективної, надійної та безпечної експлуатації теплового пункту багатоквартирного житлового будинку та є основою для подальшої реалізації програмного забезпечення контролера автоматизованої системи керування.

2.6 Висновки до розділу 2

У другому розділі дипломної роботи було виконано розроблення системи автоматизації теплового пункту багатоквартирного житлового будинку, визначено основні параметри технологічного процесу, що підлягають контролю та регулюванню, розроблено функціональну схему автоматизації, обґрунтовано вибір технічних засобів та сформовано алгоритм роботи автоматизованої системи керування.

У результаті аналізу об'єкта автоматизації встановлено, що індивідуальний тепловий пункт є складною інженерною системою, ефективність функціонування якої значною мірою залежить від точності підтримання технологічних параметрів та оперативності реагування на зміну умов експлуатації. Особливістю роботи теплового пункту є постійна зміна теплового навантаження будівлі під впливом зовнішніх кліматичних факторів, що потребує застосування сучасних засобів автоматичного регулювання та контролю.

Проведений аналіз технологічного процесу дозволив визначити основні параметри, необхідні для забезпечення стабільної та енергоефективної роботи системи тепlopостачання. До таких параметрів віднесено температуру теплоносія у подаючому та зворотному трубопроводах, температуру гарячої води, температуру зовнішнього повітря, тиск у системі та витрату теплоносія. Встановлено, що основною регульованою величиною є температура теплоносія в подаючому трубопроводі системи опалення, яка безпосередньо впливає на тепловий режим будівлі та рівень енергоспоживання.

Під час розроблення функціональної схеми автоматизації визначено склад основного обладнання системи керування та принципи взаємодії між її окремими елементами. Запропонована структура системи передбачає використання датчиків температури, тиску та витрати теплоносія, програмованого логічного контролера, регулюючого клапана з електричним приводом, насосного обладнання, операторської панелі та засобів

диспетчеризації. Розроблена схема забезпечує виконання функцій контролю, регулювання, сигналізації та дистанційного моніторингу технологічного процесу.

У ході виконання роботи проведено вибір технічних засобів автоматизації, які відповідають вимогам щодо точності, надійності та ефективності експлуатації. Для контролю температурних параметрів запропоновано використання датчиків типу Pt100, для вимірювання тиску — промислових датчиків із вихідним сигналом 4–20 мА, для керування технологічним процесом — програмованого логічного контролера, а для регулювання теплового навантаження — регулюючого клапана з електричним приводом. Також передбачено використання частотного керування насосними агрегатами, що дозволяє зменшити споживання електричної енергії та підвищити енергоефективність системи.

Особливу увагу приділено розробленню алгоритму функціонування автоматизованої системи керування. Запропонований алгоритм забезпечує безперервний контроль технологічних параметрів, автоматичне погодозалежне регулювання температури теплоносія, керування насосним обладнанням, контроль аварійних режимів та передачу інформації оператору. Реалізація автоматичного режиму роботи дозволяє мінімізувати вплив людського фактора та забезпечити підтримання оптимальних режимів функціонування теплового пункту протягом усього опалювального сезону.

Використання погодозалежного регулювання дозволяє автоматично адаптувати роботу системи до змін температури зовнішнього повітря, що забезпечує раціональне використання теплової енергії та підтримання комфортних умов у приміщеннях. Запропонована система також забезпечує автоматичне резервування насосного обладнання, контроль справності датчиків та формування аварійних повідомлень, що позитивно впливає на надійність та безпеку експлуатації теплового пункту.

Отже, у другому розділі сформовано технічну основу автоматизованої системи керування тепловим пунктом багатоквартирного житлового

будинку. Розроблені технічні рішення забезпечують можливість ефективного контролю та регулювання параметрів теплопостачання, сприяють підвищенню енергоефективності, зменшенню експлуатаційних витрат та покращенню якості надання послуг теплопостачання. Отримані результати є базою для подальшого виконання інженерних розрахунків, моделювання роботи системи та оцінювання ефективності запропонованих рішень у наступному розділі дипломної роботи.

РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Аналіз потенційно небезпечних режимів роботи теплового пункту

Сучасний індивідуальний тепловий пункт є складним технічним комплексом, до складу якого входить велика кількість взаємопов'язаного обладнання, що працює в умовах підвищених температур, тисків та постійних змін теплового навантаження. Надійність функціонування теплового пункту безпосередньо впливає на якість теплопостачання будівлі, економічність використання енергетичних ресурсів та безпеку експлуатації інженерних систем. Незважаючи на застосування сучасних засобів автоматизації, у процесі роботи можуть виникати аварійні та передаварійні режими, які здатні призвести до пошкодження обладнання, порушення теплопостачання або виникнення небезпеки для обслуговуючого персоналу. Саме тому важливим напрямом удосконалення системи автоматизації є впровадження додаткових засобів контролю та захисту, які забезпечують своєчасне виявлення небезпечних відхилень та виконання захисних дій.

Одним із найбільш небезпечних режимів роботи теплового пункту є перегрів теплоносія. Причинами виникнення такої ситуації можуть бути несправність регулюючого клапана, відмова температурних датчиків, помилки в роботі контролера або порушення технологічного режиму теплової мережі. У разі перевищення допустимої температури виникає ризик пошкодження теплообмінного обладнання, трубопроводів та ущільнювальних елементів. Крім того, перегрів може призвести до виникнення небезпечних умов для користувачів системи гарячого водопостачання.

Особливу небезпеку становить надмірне підвищення тиску в трубопроводах теплового пункту. Перевищення допустимих значень тиску може виникати внаслідок закриття запірної арматури, гідравлічних ударів, несправності розширювальних баків або помилок у роботі насосного обладнання. За таких умов значно зростає механічне навантаження на

трубопроводи, теплообмінники та арматуру, що може призвести до їх руйнування та виникнення аварійної ситуації.

Не менш небезпечним є зниження тиску теплоносія нижче допустимого рівня. Причиною цього можуть бути витoki теплоносія, пошкодження трубопроводів, несправність насосного обладнання або порушення роботи системи підживлення. Недостатній тиск призводить до погіршення циркуляції теплоносія, утворення повітряних пробок та зниження ефективності роботи системи опалення. У критичних випадках може відбутися повне припинення циркуляції теплоносія та порушення теплопостачання будівлі.

Під час експлуатації теплових пунктів значну небезпеку становлять витoki теплоносія. Навіть незначні пошкодження трубопроводів або арматури можуть призводити до поступової втрати води та зниження тиску в системі. У разі серйозних пошкоджень можливе затоплення приміщення теплового пункту, пошкодження електротехнічного обладнання та припинення роботи системи теплопостачання. Виявлення витоків на ранніх стадіях дозволяє запобігти значним матеріальним збиткам та уникнути аварійних ситуацій.

Особливу увагу необхідно приділяти насосному обладнанню, яке забезпечує циркуляцію теплоносія через систему опалення. Однією з найбільш поширених причин відмов насосів є робота в режимі сухого ходу. Така ситуація виникає за відсутності необхідної кількості теплоносія на вході насосного агрегату. У результаті порушується охолодження та змащення робочих елементів насоса, що призводить до їх перегріву та прискореного зношування. Тривала робота в режимі сухого ходу може завершитися повним виходом обладнання з ладу.

Крім сухого ходу, небезпечним фактором є перегрів електродвигунів насосного обладнання. Підвищення температури обмоток електродвигуна може виникати внаслідок перевантаження, погіршення умов охолодження, механічного заклинювання або нестабільності електроживлення. Тривалий

перегрів прискорює старіння ізоляції та значно скорочує ресурс електродвигуна. Датчик-реле захисту від сухого ходу зображений на Рисунку 3.1.



Рис 3.1 Датчик-реле захисту від сухого ходу

Суттєву загрозу для роботи теплового пункту становлять порушення параметрів електроживлення. Зникнення однієї з фаз, перекіс фазних напруг, зниження напруги або її перевищення можуть призводити до некоректної роботи електродвигунів, контролерів та іншого обладнання автоматизації. Особливо небезпечним є режим роботи трифазного електродвигуна за відсутності однієї з фаз, оскільки це може спричинити швидке перегрівання та вихід двигуна з ладу.

Важливим фактором ризику є несправність вимірювальних приладів. Сучасні автоматизовані системи керування значною мірою залежать від достовірності інформації, що надходить від датчиків. У разі обриву сигнальних ліній, короткого замикання або відмови чутливих елементів контролер може отримувати неправильні дані про стан технологічного процесу. Наслідком цього може стати формування помилкових керуючих команд та порушення нормального режиму роботи теплового пункту.

Ще одним потенційно небезпечним режимом є заклинювання регулюючого клапана. Унаслідок механічного зношування, корозії або накопичення забруднень рухомі частини клапана можуть втратити рухливість. Якщо клапан залишиться у відкритому положенні, можливий перегрів теплоносія та перевитрата теплової енергії. Якщо ж клапан заклинить у закритому стані, виникне недостатнє теплопостачання будівлі.

Сучасні умови експлуатації також потребують врахування ризиків, пов'язаних із відмовою програмованого логічного контролера або програмного забезпечення системи автоматизації. Незважаючи на високу надійність сучасних контролерів, повністю виключити можливість їх відмови неможливо. Саме тому найбільш критичні функції захисту повинні дублюватися незалежними технічними засобами, здатними забезпечити безпечний стан обладнання навіть у разі відмови центрального контролера.

Аналіз потенційних небезпечних режимів показує, що значна частина аварійних ситуацій розвивається поступово та супроводжується зміною окремих технологічних параметрів. Це створює можливість своєчасного виявлення відхилень за допомогою додаткових датчиків контролю та реалізації превентивних заходів захисту. У зв'язку з цим доцільним є впровадження окремої підсистеми аварійного контролю, яка функціонуватиме незалежно від основного контуру автоматичного регулювання та забезпечуватиме підвищення рівня надійності й безпеки експлуатації теплового пункту.

Таким чином, аналіз умов експлуатації теплового пункту дозволив визначити основні небезпечні режими роботи обладнання, які потребують постійного контролю та реалізації додаткових заходів захисту. До найбільш критичних параметрів належать температура теплоносія, тиск у трубопроводах, стан насосного обладнання, наявність витоків теплоносія, параметри електроживлення та справність вимірювальних приладів. Саме на основі цих факторів у подальшому буде розроблено систему додаткового контролю та аварійного захисту теплового пункту.

3.2 Вибір критичних параметрів для додаткового контролю та захисту

Проведений аналіз потенційно небезпечних режимів роботи теплового пункту показав, що для забезпечення високого рівня надійності та безпеки експлуатації недостатньо лише стандартних функцій автоматичного регулювання. Основне завдання системи автоматизації полягає у підтриманні заданих параметрів технологічного процесу, проте в окремих випадках виникає необхідність застосування незалежних засобів контролю, призначених для своєчасного виявлення аварійних та передаварійних ситуацій. З цією метою до складу модернізованої системи пропонується включити додаткові датчики та пристрої захисту, які контролюватимуть найбільш критичні параметри роботи теплового пункту.

Принцип побудови запропонованої системи полягає у використанні двох незалежних рівнів контролю. Перший рівень реалізується основною системою автоматизації та забезпечує підтримання необхідних параметрів технологічного процесу. Другий рівень являє собою систему аварійного контролю, яка виконує функції захисту обладнання та спрацьовує у випадках виникнення небезпечних відхилень незалежно від стану основної системи керування. Такий підхід дозволяє суттєво підвищити загальний рівень функціональної безпеки об'єкта.

Найбільш важливим параметром, який потребує додаткового контролю, є температура теплоносія. У стандартному режимі роботи контроль температури виконується основним датчиком, сигнал якого використовується для автоматичного регулювання положення регулюючого клапана. Однак у разі відмови цього датчика або виникнення несправностей у системі керування можливий розвиток аварійної ситуації, пов'язаної з перегрівом теплоносія.

Для усунення такого ризику доцільно встановити додатковий аварійний датчик температури, який працюватиме незалежно від основної системи регулювання. У разі досягнення критичного значення температури

аварійний датчик формуватиме сигнал захисту, що призведе до автоматичного закриття регулюючого клапана та формування аварійного повідомлення. Використання незалежного температурного контролю значно знижує ризик пошкодження теплообмінників, трубопроводів та іншого технологічного обладнання.

Не менш важливим параметром є тиск теплоносія в системі. Підвищення тиску понад допустимий рівень може призвести до руйнування елементів трубопровідної системи, пошкодження теплообмінного обладнання та виникнення аварійної ситуації. Для підвищення рівня безпеки пропонується встановлення додаткових датчиків аварійного контролю тиску на подаючому та зворотному трубопроводах.

На відміну від основних вимірювальних перетворювачів, аварійні датчики повинні працювати за принципом граничного контролю. Під час перевищення встановленого порогового значення вони безпосередньо формують сигнал аварійного відключення незалежно від програмного забезпечення контролера. Такий підхід дозволяє забезпечити гарантоване спрацювання захисту навіть у випадку відмови центрального процесора системи автоматизації.

Окрему увагу необхідно приділити контролю мінімального тиску теплоносія. Значне падіння тиску може свідчити про виникнення витоків, розгерметизацію трубопроводів або несправність насосного обладнання. У таких випадках подальша експлуатація системи може призвести до розвитку більш серйозних пошкоджень. Тому доцільним є впровадження окремого каналу контролю мінімального тиску з функцією автоматичного блокування роботи насосів при досягненні аварійного значення.

Важливим напрямом модернізації є впровадження системи контролю витоків теплоносія. Незважаючи на те, що сучасні теплові пункти оснащуються якісною трубопровідною арматурою та теплообмінним обладнанням, повністю виключити можливість виникнення витоків неможливо. Особливо актуальною є проблема прихованих витоків, які

можуть тривалий час залишатися непоміченими та поступово призводити до пошкодження обладнання.

Для вирішення даної проблеми пропонується встановлення датчиків протікання у найбільш вірогідних місцях накопичення води. До таких місць належать зони розташування теплообмінників, насосних агрегатів, колекторів та запірної арматури. У разі потрапляння води на чутливий елемент датчика система повинна автоматично формувати аварійний сигнал та передавати інформацію оператору.

Особливу увагу доцільно приділити насосному обладнанню, яке належить до найбільш навантажених елементів теплового пункту. Однією з основних причин виходу насосів із ладу є перегрів підшипникових вузлів та електродвигунів. Для своєчасного виявлення таких відхилень пропонується встановлення додаткових температурних датчиків на корпусах електродвигунів та в зоні підшипників насосних агрегатів.

Постійний контроль температурного режиму дозволить своєчасно виявляти початкові ознаки несправностей та запобігати розвитку аварійних ситуацій. У разі досягнення критичних значень температури система автоматично формуватиме аварійне повідомлення та виконуватиме відключення несправного агрегату з подальшим запуском резервного насоса.

Ще одним важливим параметром є наявність циркуляції теплоносія. У деяких випадках насос може продовжувати працювати, але через засмічення трубопроводів або заклинювання арматури циркуляція фактично буде відсутня. Для контролю цього режиму доцільно використовувати реле потоку або датчики витрати, які дозволяють визначати факт руху теплоносія в трубопроводі.

Окремої уваги потребує контроль параметрів електроживлення. Від стабільності електроживлення безпосередньо залежить робота насосного обладнання, контролерів та виконавчих механізмів. Для підвищення надійності системи пропонується встановлення реле контролю фаз, яке

забезпечуватиме безперервний контроль наявності всіх фаз живлення, правильності їх чергування та рівня напруги.

У разі виникнення аварійних відхилень реле контролю фаз автоматично блокуватиме запуск обладнання або виконуватиме його відключення. Це дозволить запобігти пошкодженню електродвигунів та інших електротехнічних пристроїв.

Для забезпечення додаткового рівня захисту доцільно також реалізувати контроль стану шафи автоматизації. Підвищення температури всередині шафи, потрапляння вологи або відкривання дверцят можуть негативно впливати на роботу електронного обладнання. Тому до складу модернізованої системи пропонується включити датчики температури шафи керування, датчики вологості та кінцеві вимикачі контролю відкривання дверей.

Проведений аналіз показує, що найбільш критичними параметрами для додаткового контролю є температура теплоносія, тиск у системі, наявність витоків теплоносія, температура насосного обладнання, наявність циркуляції теплоносія та параметри електроживлення. Саме ці фактори найчастіше стають причиною розвитку аварійних ситуацій та можуть призводити до значних матеріальних збитків.

Таким чином, модернізація системи автоматизації шляхом впровадження додаткових засобів контролю дозволяє створити багаторівневу систему захисту теплового пункту. Запропоновані технічні рішення забезпечують своєчасне виявлення небезпечних відхилень, підвищують надійність функціонування обладнання та створюють умови для безпечної експлуатації системи тепlopостачання багатоквартирного житлового будинку.

3.3 Розроблення системи аварійного захисту теплового пункту

Надійність функціонування теплового пункту значною мірою визначається не лише ефективністю системи автоматичного регулювання,

але й здатністю своєчасно виявляти та локалізувати аварійні ситуації. Навіть за умови використання сучасних засобів автоматизації неможливо повністю виключити ризик виникнення несправностей обладнання, помилок персоналу, порушень параметрів теплової мережі або зовнішніх впливів. У зв'язку з цим одним із головних завдань модернізації теплового пункту є створення ефективної системи аварійного захисту, яка забезпечуватиме безпечну експлуатацію обладнання та мінімізуватиме можливі наслідки аварійних ситуацій.

Основним принципом побудови системи аварійного захисту є незалежність її роботи від основної системи автоматичного регулювання. Захисні функції повинні виконуватися навіть у випадку відмови окремих датчиків, програмованого логічного контролера або інших елементів автоматизованої системи керування. Для цього до складу системи включаються додаткові датчики аварійного контролю, релейні схеми захисту та алгоритми автоматичного переведення обладнання в безпечний стан.

Одним із найважливіших аварійних режимів є перегрів теплоносія. За нормальних умов температура теплоносія підтримується системою автоматичного регулювання відповідно до температурного графіка. Однак у разі заклинювання регулюючого клапана у відкритому положенні, відмови температурного датчика або помилки програмного забезпечення може виникнути надмірне підвищення температури.

Для захисту від перегріву пропонується встановлення незалежного аварійного термостата, який контролює температуру теплоносія на виході з теплообмінника. У разі досягнення критичного значення температури термостат формує сигнал аварійного відключення. При цьому система виконує автоматичне закриття регулюючого клапана, блокує подальше збільшення теплового навантаження та передає повідомлення про аварію оператору. Такий алгоритм дозволяє запобігти пошкодженню обладнання та уникнути перегріву внутрішньобудинкової системи опалення.

Не менш важливим є захист від перевищення допустимого тиску. Причинами виникнення такого режиму можуть бути гідравлічні удари, несправність регулюючої арматури, помилки під час обслуговування або порушення роботи насосного обладнання. Надмірний тиск створює значне механічне навантаження на трубопроводи та теплообмінне обладнання, що може призвести до їх руйнування.

Для захисту від даного виду аварій пропонується використовувати незалежні реле тиску. У разі перевищення встановленого граничного значення система формує аварійний сигнал та виконує автоматичне закриття регулюючого клапана. Одночасно відбувається відключення насосного обладнання для запобігання подальшому зростанню тиску. Додатково спрацьовують механічні запобіжні клапани, які забезпечують аварійне скидання надлишкового тиску та гарантують захист навіть у разі повної відмови електронних систем керування.

Окремим аварійним режимом є зниження тиску нижче допустимого рівня. Така ситуація зазвичай свідчить про витік теплоносія, розгерметизацію трубопроводів або несправність насосного обладнання. У разі виявлення аварійного падіння тиску система виконує відключення насосів та формує аварійне повідомлення. Подальший запуск обладнання можливий лише після усунення причини несправності та підтвердження оператором готовності системи до роботи.

Особливу небезпеку становлять витоки теплоносія, які можуть призводити до затоплення приміщення теплового пункту, пошкодження електротехнічного обладнання та виникнення коротких замикань. Для контролю даного параметра пропонується використання датчиків протікання, встановлених у найбільш небезпечних зонах.

Алгоритм роботи системи захисту від протікань передбачає автоматичне формування аварійного сигналу при появі води в контрольованій зоні. Одночасно виконується відключення насосного обладнання та перекриття подачі теплоносія за допомогою регулюючого

клапана. Інформація про аварію передається оператору та до диспетчерської системи для оперативного реагування.

Важливою складовою системи захисту є контроль роботи насосного обладнання. У процесі експлуатації можливі такі несправності, як перегрів електродвигуна, блокування робочого колеса, зношування підшипників або робота без циркуляції теплоносія. Для кожного з перелічених режимів передбачаються окремі алгоритми захисту.

У разі перевищення допустимої температури електродвигуна система автоматично відключає несправний насос та запускає резервний агрегат. Одночасно формується повідомлення про необхідність проведення технічного обслуговування. Аналогічний алгоритм використовується у випадку перевищення допустимої температури підшипникових вузлів.

Для захисту від роботи без циркуляції теплоносія пропонується використання реле потоку. Якщо після запуску насоса протягом встановленого часу не буде зафіксовано рух теплоносія, система визнає режим аварійним та виконує відключення обладнання. Це дозволяє уникнути перегріву насосного агрегату та значно збільшити термін його експлуатації.

Окремим напрямом є захист системи від аварій, пов'язаних із порушенням параметрів електроживлення. Для цього використовується реле контролю фаз, яке безперервно контролює наявність усіх фаз живлення, правильність їх чергування та рівень напруги. У разі виявлення аварійного режиму здійснюється автоматичне відключення обладнання до моменту відновлення нормальних параметрів електроживлення.

Для підвищення надійності роботи теплового пункту доцільно реалізувати функцію контролю справності датчиків. Якщо система виявляє обрив сигнального кола, коротке замикання або некоректні показання вимірювального пристрою, формується аварійне повідомлення. У випадках, коли несправність датчика може призвести до втрати контролю над технологічним процесом, система автоматично переходить у безпечний режим роботи.

Важливим елементом модернізованої системи є багаторівнева сигналізація. Усі аварійні повідомлення поділяються на попереджувальні та аварійні. Попереджувальні повідомлення інформують оператора про наближення параметрів до граничних значень та необхідність проведення профілактичних заходів. Аварійні повідомлення супроводжуються автоматичним виконанням захисних дій та потребують негайного втручання обслуговуючого персоналу.

Для забезпечення оперативного реагування система аварійного захисту інтегрується із засобами диспетчеризації. Інформація про всі аварійні події автоматично передається до диспетчерського пункту, де здійснюється її реєстрація та подальший аналіз. Це дозволяє значно скоротити час реагування на несправності та підвищити ефективність експлуатації обладнання.

Таким чином, розроблена система аварійного захисту забезпечує комплексний контроль найбільш критичних параметрів роботи теплового пункту та реалізує ефективні алгоритми локалізації аварійних ситуацій. Запропоновані технічні рішення дозволяють мінімізувати ризик пошкодження обладнання, підвищити надійність функціонування системи теплопостачання та забезпечити безпечні умови експлуатації теплового пункту багатоквартирного житлового будинку.

3.4 Вибір технічних засобів системи захисту

Ефективність функціонування будь-якої системи аварійного захисту безпосередньо залежить від правильності вибору технічних засобів, які використовуються для контролю критичних параметрів та реалізації захисних функцій. Під час вибору обладнання необхідно враховувати умови експлуатації теплового пункту, точність вимірювання, надійність роботи, сумісність із засобами автоматизації та можливість подальшої інтеграції до загальної системи керування. Особливе значення мають довговічність

обладнання, стійкість до впливу температури та вологості, а також здатність працювати в умовах безперервної експлуатації.

Одним із найважливіших елементів системи аварійного захисту є незалежний аварійний датчик температури теплоносія. На відміну від основних датчиків системи регулювання, даний пристрій виконує виключно функції безпеки та забезпечує контроль перевищення максимально допустимої температури. Для реалізації такого захисту доцільно використовувати електронний термостат промислового виконання з релейним виходом. Його основною перевагою є незалежність від програмного забезпечення контролера та можливість безпосереднього формування сигналу аварійного відключення при досягненні критичного значення температури.

З метою контролю аварійного підвищення тиску в трубопроводах теплового пункту до складу системи захисту пропонується включити незалежні реле тиску. Дані пристрої встановлюються на подаючому та зворотному трубопроводах і забезпечують безпосередній контроль граничних значень тиску. У разі перевищення встановленої межі контакти реле змінюють свій стан та формують команду на виконання захисних дій. Використання релейного принципу роботи забезпечує високу надійність та мінімальну залежність від програмних компонентів системи автоматизації.

Для додаткового механічного захисту трубопровідної системи передбачається встановлення запобіжних клапанів. Принцип їх роботи базується на автоматичному скиданні надлишкового тиску у випадку перевищення допустимого значення. На відміну від електронних засобів захисту, механічний запобіжний клапан не потребує зовнішнього джерела живлення та продовжує виконувати свої функції навіть у разі повної відмови системи автоматизації.

Важливим напрямом модернізації є впровадження системи контролю протікань. Для реалізації даної функції пропонується використовувати електронні датчики витoku води резистивного типу. Такі пристрої

встановлюються безпосередньо на підлозі поблизу теплообмінників, насосних агрегатів та запірної арматури. У разі потрапляння води на чутливий елемент датчик формує електричний сигнал, який надходить до системи керування та використовується для запуску аварійного алгоритму захисту.

Перевагою сучасних датчиків протікання є висока швидкість реагування та можливість контролю навіть незначних витоків теплоносія. Завдяки цьому аварійна ситуація може бути виявлена на ранній стадії розвитку, що дозволяє суттєво зменшити матеріальні збитки та уникнути пошкодження обладнання.

Для захисту насосного обладнання від перегріву доцільно використовувати термодатчики контактного типу, які встановлюються на корпусах електродвигунів та підшипникових вузлах насосів. Такі датчики забезпечують безперервний контроль температурного режиму обладнання та дозволяють своєчасно виявляти ознаки перевантаження або механічних несправностей.

У разі перевищення допустимої температури система автоматично формує аварійне повідомлення та виконує перемикання на резервний насосний агрегат. Використання такого підходу дозволяє уникнути серйозних пошкоджень насосного обладнання та забезпечити безперервність теплопостачання будівлі.

Для контролю наявності циркуляції теплоносія пропонується застосування реле потоку. Принцип роботи даного пристрою полягає у фіксації руху теплоносія через трубопровід. У випадку відсутності потоку при працюючому насосі система формує сигнал аварії та виконує захисні дії. Це дозволяє запобігти роботі насосів у несприятливих режимах та зменшує ризик їх виходу з ладу.

Особливе значення для забезпечення надійності роботи теплового пункту має контроль параметрів електроживлення. Для вирішення цього завдання доцільно використовувати реле контролю фаз. Такі пристрої

забезпечують безперервний моніторинг напруги живлення та дозволяють виявляти відсутність окремих фаз, порушення послідовності фаз, перекіс фазних напруг та інші небезпечні режими роботи електричної мережі.

У разі виникнення аварійної ситуації реле контролю фаз автоматично блокує запуск обладнання або виконує його відключення. Це дозволяє захистити електродвигуни насосів, частотні перетворювачі та інші електротехнічні пристрої від пошкодження.

Для підвищення рівня безпеки до складу системи захисту доцільно включити джерело безперебійного живлення, Рисунок 3.2. Використання такого обладнання забезпечує безперервне функціонування контролера, засобів зв'язку та аварійної сигналізації навіть у разі зникнення зовнішнього електроживлення. Це особливо важливо для своєчасного передавання аварійних повідомлень та збереження інформації про стан системи.



Рис 3.2 ДБЖ ІТП

Важливим елементом модернізованої системи є засоби аварійної сигналізації. Для інформування персоналу пропонується використовувати світлові та звукові сигналізатори. Світлова сигналізація забезпечує швидке визначення типу аварії, тоді як звукові сигнали дозволяють привернути увагу персоналу навіть за відсутності безпосереднього візуального контролю за обладнанням.

З метою підвищення оперативності реагування доцільно реалізувати систему дистанційного сповіщення про аварії. Для цього можуть використовуватися GSM-модулі або мережеві комунікаційні пристрої, які забезпечують передавання повідомлень на мобільні телефони обслуговуючого персоналу або до диспетчерського центру. Завдяки цьому інформація про несправність надходить відповідальним особам практично миттєво після виникнення аварійної ситуації.

Для забезпечення захисту обладнання автоматизації додатково пропонується встановлення датчика температури всередині шафи керування. Підвищення температури в шафі може негативно впливати на роботу електронних компонентів та скорочувати термін їх експлуатації. Контроль даного параметра дозволяє своєчасно виявляти несправності систем вентиляції або перевантаження електротехнічного обладнання.

Також доцільним є використання кінцевих вимикачів контролю відкривання дверей шафи автоматизації. Такі пристрої забезпечують контроль несанкціонованого доступу до обладнання та можуть використовуватися як додатковий елемент системи безпеки об'єкта.

Проведений аналіз технічних рішень показує, що впровадження додаткових датчиків температури, реле тиску, датчиків протікання, реле потоку, датчиків перегріву насосів, реле контролю фаз, джерел безперебійного живлення та систем дистанційного сповіщення дозволяє створити багаторівневу систему захисту теплового пункту. Використання таких засобів значно підвищує надійність функціонування обладнання,

зменшує ймовірність виникнення аварійних ситуацій та забезпечує безпечну експлуатацію системи тепlopостачання.

Таким чином, обрані технічні засоби повністю відповідають вимогам модернізованої системи аварійного захисту теплового пункту та забезпечують реалізацію всіх необхідних функцій контролю, сигналізації та локалізації аварійних режимів роботи. Впровадження запропонованого комплексу обладнання дозволяє суттєво підвищити рівень функціональної безпеки об'єкта та створити умови для його надійної та безперервної експлуатації.

3.5 Оцінка ефективності модернізації системи захисту теплового пункту

Одним із найважливіших етапів розроблення будь-якої технічної системи є оцінка ефективності запропонованих рішень. Впровадження додаткових засобів контролю та аварійного захисту потребує певних капіталовкладень, пов'язаних із придбанням обладнання, виконанням монтажних робіт та налаштуванням системи автоматизації. Разом із тим модернізація теплового пункту дозволяє суттєво зменшити ризик виникнення аварійних ситуацій, підвищити надійність роботи обладнання та скоротити витрати на його експлуатацію. Саме тому оцінка ефективності впровадження системи захисту є важливою складовою дипломного проєкту.

Основною метою модернізації є підвищення рівня функціональної безпеки теплового пункту. У традиційних системах автоматизації основна увага приділяється підтриманню необхідних параметрів технологічного процесу. При цьому функції аварійного захисту часто реалізуються лише частково або обмежуються використанням стандартних засобів контролю. Запропонована модернізація передбачає створення окремого рівня контролю критичних параметрів, що дозволяє значно підвищити загальну надійність системи.

Одним із головних результатів впровадження додаткових засобів захисту є зниження ймовірності виникнення аварійних ситуацій. Постійний контроль температури теплоносія, тиску в системі, стану насосного обладнання, параметрів електроживлення та наявності витоків дозволяє виявляти небезпечні відхилення на ранніх стадіях їх розвитку. Завдяки цьому система отримує можливість своєчасно виконати захисні дії та запобігти переходу несправності в аварію.

Особливе значення має захист теплообмінного обладнання. Пластинчасті теплообмінники є одними з найдорожчих елементів теплового пункту. Їх пошкодження внаслідок перегріву або перевищення допустимого тиску може призвести до значних фінансових витрат на ремонт або заміну. Використання незалежних аварійних термостатів та реле тиску дозволяє практично повністю усунути ризик руйнування теплообмінників через порушення технологічного режиму.

Суттєвий ефект досягається також завдяки підвищенню надійності насосного обладнання. Насоси працюють у безперервному режимі протягом усього опалювального сезону та піддаються значним механічним і тепловим навантаженням. Додатковий контроль температури електродвигунів, підшипників та наявності циркуляції теплоносія дозволяє своєчасно виявляти ознаки несправностей і запобігати серйозним пошкодженням обладнання. У результаті збільшується ресурс насосних агрегатів та скорочуються витрати на технічне обслуговування.

Важливою перевагою модернізованої системи є можливість автоматичного переходу на резервне обладнання. У разі відмови основного насоса система самостійно виконує запуск резервного агрегату, що дозволяє уникнути припинення тепlopостачання будівлі. Це особливо важливо в зимовий період, коли навіть короткочасне припинення циркуляції теплоносія може призвести до значного погіршення умов проживання мешканців.

Окремого розгляду потребує питання захисту від витоків теплоносія. У разі своєчасного виявлення навіть незначного протікання система дозволяє

уникнути затоплення приміщення теплового пункту, пошкодження електротехнічного обладнання та виникнення коротких замикань. Практика експлуатації інженерних систем показує, що усунення наслідків затоплення зазвичай потребує значно більших витрат, ніж встановлення системи контролю протікань.

Позитивний ефект модернізації проявляється і в підвищенні безпеки персоналу. Контроль температури, тиску та параметрів електроживлення дозволяє зменшити ризик виникнення небезпечних ситуацій під час експлуатації та технічного обслуговування обладнання. Завдяки автоматичному виявленню несправностей та своєчасному інформуванню персоналу знижується ймовірність травмування працівників та пошкодження обладнання.

Суттєвою перевагою впровадження додаткової системи захисту є можливість дистанційного контролю аварійних ситуацій. Використання GSM-модулів або мережевих засобів зв'язку забезпечує оперативне інформування відповідальних осіб про виникнення несправностей. Це дозволяє значно скоротити час реагування на аварії та зменшити можливі наслідки відмов обладнання.

З економічної точки зору модернізація системи захисту є доцільною навіть за відносно невеликої вартості обладнання. Витрати на встановлення аварійних датчиків, реле захисту, сигналізації та засобів дистанційного сповіщення становлять лише незначну частину вартості всього теплового пункту. Водночас навіть одна попереджена аварія може повністю компенсувати витрати на впровадження системи захисту.

Додатковою перевагою є підвищення загального рівня надійності теплопостачання будівлі. Зменшення кількості аварійних відключень, скорочення часу простою обладнання та підвищення стабільності роботи системи позитивно впливають на якість надання комунальних послуг та рівень задоволеності мешканців.

Впровадження багаторівневої системи контролю також створює умови для подальшого розвитку концепції предиктивного обслуговування обладнання. Аналіз інформації, отриманої від додаткових датчиків, дозволяє виявляти початкові ознаки зношування та планувати ремонтні роботи до виникнення серйозних несправностей. Такий підхід сприяє підвищенню ефективності експлуатації обладнання та оптимізації витрат на його обслуговування.

Проведений аналіз показує, що модернізація системи автоматизації теплового пункту шляхом впровадження додаткових засобів контролю та аварійного захисту забезпечує комплексний позитивний ефект. Основними результатами є підвищення надійності роботи обладнання, зниження ризику аварійних ситуацій, збільшення ресурсу основних технічних засобів, покращення безпеки персоналу та підвищення якості теплопостачання споживачів.

Таким чином, запропонована модернізація є технічно обґрунтованим та економічно доцільним рішенням, яке дозволяє значно підвищити ефективність експлуатації теплового пункту багатоквартирного житлового будинку. Використання додаткових засобів контролю та захисту створює багаторівневу систему безпеки, здатну забезпечити надійне функціонування обладнання навіть у складних умовах експлуатації та за наявності аварійних впливів.

3.6 Висновки до розділу 3

У третьому розділі дипломної роботи було розроблено заходи щодо модернізації системи автоматизації теплового пункту багатоквартирного житлового будинку шляхом впровадження додаткових засобів контролю та аварійного захисту. Основною метою модернізації стало підвищення надійності, безпеки та ефективності експлуатації обладнання за рахунок створення незалежного рівня контролю критичних параметрів технологічного процесу.

У процесі виконання роботи проведено аналіз потенційно небезпечних режимів функціонування теплового пункту. Встановлено, що найбільшу загрозу для стабільної роботи системи становлять перегрів теплоносія, перевищення або зниження тиску в трубопроводах, витoki теплоносія, перегрів насосного обладнання, відсутність циркуляції теплоносія, порушення параметрів електроживлення та несправності вимірювальних приладів. Визначено, що виникнення таких відхилень може призводити до пошкодження обладнання, зниження якості тепlopостачання та значних матеріальних збитків.

На основі проведеного аналізу було обґрунтовано необхідність створення додаткової системи аварійного контролю, яка функціонує незалежно від основної системи автоматичного регулювання. Такий підхід дозволяє забезпечити виконання захисних функцій навіть у випадку відмови окремих елементів автоматизованої системи керування та підвищує загальний рівень функціональної безпеки теплового пункту.

У ході роботи визначено перелік критичних параметрів, які потребують додаткового контролю. До них віднесено температуру теплоносія, тиск у системі, наявність витоків теплоносія, температуру насосного обладнання, наявність циркуляції теплоносія та параметри електроживлення. Для кожного із зазначених параметрів запропоновано окремі технічні рішення, спрямовані на своєчасне виявлення небезпечних відхилень та запобігання розвитку аварійних ситуацій.

У результаті розроблення системи аварійного захисту сформовано алгоритми реагування на найбільш небезпечні режими роботи обладнання. Передбачено автоматичне закриття регулюючого клапана при перегріві теплоносія, відключення насосного обладнання при перевищенні допустимого тиску або відсутності циркуляції, автоматичний запуск резервного насоса у разі відмови основного агрегату, а також формування аварійних повідомлень для оперативного інформування персоналу. Реалізація таких алгоритмів забезпечує локалізацію аварійних ситуацій на початкових

стадіях їх розвитку та дозволяє мінімізувати можливі наслідки несправностей.

Особливу увагу приділено вибору технічних засобів системи захисту. Для реалізації запропонованих функцій рекомендовано використання незалежних аварійних термостатів, реле тиску, датчиків протікання, реле потоку, датчиків контролю температури насосного обладнання, реле контролю фаз, джерел безперебійного живлення та засобів дистанційного сповіщення. Використання сучасних технічних засобів дозволяє забезпечити високу надійність роботи системи захисту та її сумісність із основною системою автоматизації теплового пункту.

Проведена оцінка ефективності модернізації показала, що впровадження додаткових засобів контролю та захисту забезпечує суттєве підвищення надійності експлуатації обладнання, зменшує ймовірність виникнення аварійних ситуацій, сприяє збільшенню ресурсу теплообмінного та насосного обладнання, а також дозволяє скоротити витрати на аварійні ремонти та технічне обслуговування. Додатково підвищується безпека обслуговуючого персоналу та покращується якість теплопостачання споживачів.

Таким чином, у результаті виконаної модернізації сформовано багаторівневу систему контролю та аварійного захисту теплового пункту, яка забезпечує своєчасне виявлення небезпечних режимів роботи та автоматичне виконання захисних дій. Запропоновані технічні рішення дозволяють значно підвищити рівень функціональної безпеки об'єкта, забезпечити надійне та безперервне теплопостачання багатоквартирного житлового будинку, а також створюють умови для подальшого розвитку та вдосконалення систем автоматизації теплових пунктів.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів під час експлуатації теплового пункту

Безпечна експлуатація теплових пунктів є одним із важливих завдань сучасного житлово-комунального господарства, оскільки під час роботи такого обладнання персонал може піддаватися впливу низки небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Тепловий пункт являє собою комплекс теплотехнічного, електротехнічного та автоматизованого обладнання, що функціонує в умовах підвищених температур, значного тиску теплоносія та наявності електроустановок. У зв'язку з цим під час експлуатації, технічного обслуговування та ремонту обладнання необхідно враховувати всі можливі ризики для здоров'я та безпеки обслуговуючого персоналу.

Одним із найбільш небезпечних факторів є підвищена температура поверхонь трубопроводів, теплообмінників, насосного обладнання та запірно-регулюючої арматури. У процесі роботи температура теплоносія в системах тепlopостачання може досягати значних значень, що призводить до нагрівання зовнішніх поверхонь обладнання. У разі випадкового контакту працівника з такими поверхнями існує ризик отримання термічних опіків різного ступеня тяжкості. Особливо небезпечними є роботи, пов'язані з оглядом обладнання, регулюванням арматури або проведенням ремонтних операцій у безпосередній близькості до гарячих елементів системи.

Додаткову небезпеку становить можливість контакту персоналу безпосередньо з гарячим теплоносієм. У разі порушення герметичності трубопроводів, пошкодження ущільнень або аварійного відкриття арматури може відбутися викид гарячої води або пари під тиском. Такі аварійні ситуації можуть призводити до тяжких опіків та створювати загрозу життю працівників. Саме тому під час експлуатації теплових пунктів особлива увага приділяється контролю технічного стану обладнання та своєчасному виявленню ознак його пошкодження.

Суттєвим небезпечним фактором є підвищений тиск у трубопроводах та теплообмінному обладнанні. У процесі роботи теплових мереж теплоносій перебуває під значним надлишковим тиском, який забезпечує його циркуляцію та передачу теплової енергії споживачам. У разі пошкодження трубопроводів або відмови запобіжних пристроїв можливе руйнування окремих елементів системи та викид теплоносія. Такі події супроводжуються значною механічною енергією та можуть призвести до травмування персоналу.

Під час експлуатації насосного обладнання працівники можуть піддаватися впливу шуму та вібрації. Джерелами шуму є електродвигуни насосів, циркуляційні агрегати та допоміжне обладнання теплового пункту. Тривалий вплив підвищеного рівня шуму негативно впливає на працездатність людини, викликає швидку втому, знижує концентрацію уваги та може спричиняти професійні захворювання органів слуху. Вібрація, яка виникає під час роботи насосного обладнання, також негативно впливає на організм людини та може погіршувати умови праці.

Особливу небезпеку під час роботи в тепловому пункті становить електричний струм. У приміщенні розташовані шафи керування, частотні перетворювачі, електродвигуни насосів, датчики та інше електротехнічне обладнання, яке працює під напругою. У разі пошкодження ізоляції, порушення правил експлуатації або виникнення несправностей існує ризик ураження персоналу електричним струмом. Небезпека підвищується через наявність металевих конструкцій та можливу підвищену вологість у приміщенні теплового пункту.

Важливим фактором є мікроклімат виробничого приміщення. У теплових пунктах через роботу теплообмінного обладнання та трубопроводів часто спостерігається підвищена температура повітря. У літній період або під час тривалого перебування персоналу в приміщенні це може призводити до перегрівання організму, зниження працездатності та погіршення самопочуття

працівників. Для забезпечення нормативних умов праці необхідно передбачати ефективну вентиляцію та контроль параметрів мікроклімату.

Певну небезпеку становить недостатня освітленість робочих місць. У разі незадовільного освітлення зростає ризик помилкових дій персоналу, травмування під час переміщення по приміщенню та виникнення аварійних ситуацій під час виконання технічного обслуговування обладнання. Особливо важливим є забезпечення достатнього освітлення зон розташування запірної арматури, засобів автоматизації та електротехнічного обладнання.

Під час виконання ремонтних робіт додатковими небезпечними факторами є використання ручного та електрифікованого інструменту, можливість падіння предметів, травмування гострими елементами конструкцій та необхідність роботи в обмежених умовах приміщення теплового пункту. Проведення таких робіт вимагає суворого дотримання вимог охорони праці та використання засобів індивідуального захисту.

Таким чином, експлуатація теплового пункту супроводжується впливом комплексу небезпечних та шкідливих виробничих факторів, серед яких основне місце займають підвищена температура, надлишковий тиск, електричний струм, шум, вібрація та несприятливі параметри мікроклімату. Для забезпечення безпечних умов праці необхідно впроваджувати технічні та організаційні заходи захисту, спрямовані на мінімізацію ризиків та попередження виробничого травматизму.

4.2 Заходи щодо забезпечення електробезпеки та безпечної експлуатації обладнання теплового пункту

Електробезпека є одним із найважливіших напрямів охорони праці під час експлуатації теплових пунктів, оскільки більшість технологічного обладнання працює від електричної мережі та містить значну кількість електротехнічних пристроїв. До складу теплового пункту входять електродвигуни насосів, програмовані логічні контролери, частотні перетворювачі, операторські панелі, електромагнітні приводи регулюючих

клапанів, шафи керування та інше обладнання, яке під час роботи перебуває під напругою. За відсутності належних заходів захисту існує ризик ураження персоналу електричним струмом, виникнення пожеж та пошкодження обладнання.

Одним із основних технічних заходів електробезпеки є застосування захисного заземлення. Усі металеві неструмопровідні частини обладнання, які можуть опинитися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції, повинні бути надійно приєднані до системи заземлення. До таких елементів належать корпуси електродвигунів насосів, металеві шафи керування, корпуси частотних перетворювачів, електричні щити та інші металеві конструкції. У разі пробоя ізоляції струм короткого замикання відводиться через систему заземлення, що забезпечує спрацювання автоматичних захисних пристроїв та знижує небезпеку ураження людини.

Важливу роль у забезпеченні безпеки відіграє автоматичне відключення живлення при виникненні аварійних режимів. Для цього в електричних колах використовуються автоматичні вимикачі, які забезпечують захист від струмів короткого замикання та перевантаження. У випадку виникнення аварійного режиму електроживлення автоматично відключається, що дозволяє уникнути перегріву проводів, пошкодження обладнання та виникнення пожежі.

Додатковим засобом захисту є використання пристроїв захисного відключення. Такі пристрої контролюють величину струму витоку та відключають живлення у разі виникнення небезпечної ситуації. Особливо ефективним їх застосування є в умовах підвищеної вологості, яка може спостерігатися в приміщеннях теплових пунктів. Завдяки високій швидкості спрацювання пристрої захисного відключення значно знижують ризик ураження людини електричним струмом.

Особливу увагу необхідно приділяти вибору та монтажу кабельної продукції. Кабелі повинні відповідати умовам експлуатації, мати необхідний переріз та забезпечувати надійну ізоляцію струмопровідних жил.

Прокладання кабельних ліній повинно виконуватися в кабельних каналах, металевих лотках або захисних трубах, що забезпечують механічний захист та знижують ризик пошкодження ізоляції. У місцях можливого впливу підвищеної температури необхідно використовувати кабелі з відповідними теплостійкими характеристиками.

Під час експлуатації частотних перетворювачів та програмованих логічних контролерів необхідно враховувати вимоги електромагнітної сумісності. Для цього застосовуються екрановані сигнальні кабелі, правильно організовується система заземлення та виконується розділення силових і сигнальних ліній. Такі заходи дозволяють підвищити надійність роботи системи автоматизації та зменшити ймовірність виникнення помилок у роботі обладнання.

Для підвищення безпеки обслуговування електротехнічного обладнання передбачаються блокування та попереджувальні засоби. Дверцята електричних шаф повинні мати замки або спеціальні пристрої блокування, які обмежують доступ сторонніх осіб до струмопровідних частин. На обладнанні та шафах керування розміщуються попереджувальні знаки безпеки, що інформують персонал про наявність небезпечної напруги.

Особливе значення має організація безпечного виконання робіт на електрообладнанні. Перед початком технічного обслуговування або ремонту обладнання повинно бути відключене від джерел живлення. Після відключення необхідно перевірити відсутність напруги за допомогою справних вимірювальних приладів та вжити заходів щодо унеможливлення випадкового подання напруги. Для цього використовуються замки, блокування та попереджувальні плакати.

Персонал, який виконує роботи з експлуатації електрообладнання теплового пункту, повинен проходити відповідне навчання та перевірку знань з питань електробезпеки. Працівники повинні знати порядок дій у разі виникнення аварійних ситуацій, правила користування засобами

індивідуального захисту та способи надання першої допомоги потерпілим від дії електричного струму.

Під час проведення робіт необхідно використовувати засоби індивідуального захисту, зокрема діелектричні рукавички, діелектричне взуття, ізолювальний інструмент та захисні окуляри. Використання таких засобів значно знижує ризик травмування персоналу та підвищує рівень безпеки виконання робіт.

Важливим елементом безпечної експлуатації є періодичний контроль технічного стану електрообладнання. До складу профілактичних заходів входять перевірка стану ізоляції кабелів, контроль надійності контактних з'єднань, перевірка працездатності автоматичних вимикачів, реле захисту та систем заземлення. Своєчасне виявлення несправностей дозволяє запобігти аварійним ситуаціям та забезпечити безпечну експлуатацію теплового пункту.

Таким чином, забезпечення електробезпеки в тепловому пункті базується на комплексному застосуванні технічних та організаційних заходів захисту. Використання захисного заземлення, автоматичних засобів відключення, пристроїв захисного відключення, надійної кабельної продукції та сучасних систем автоматизації дозволяє значно знизити ризик ураження персоналу електричним струмом та забезпечити безпечну експлуатацію обладнання протягом усього терміну його служби.

4.3 аходи щодо забезпечення безпеки під час технічного обслуговування та ремонту теплового пункту

Технічне обслуговування та ремонт обладнання теплового пункту належать до робіт підвищеної небезпеки, оскільки виконуються в умовах наявності теплоносія під тиском, підвищених температур, електротехнічного обладнання та великої кількості інженерних комунікацій. Під час виконання таких робіт працівники можуть піддаватися впливу небезпечних виробничих факторів, що створює ризик отримання травм, опіків, ураження електричним струмом або пошкодження обладнання. У зв'язку з цим особливого значення

набуває дотримання вимог охорони праці та впровадження комплексу організаційних і технічних заходів безпеки.

Основною метою технічного обслуговування теплового пункту є підтримання обладнання у справному технічному стані, забезпечення його надійної роботи та своєчасне виявлення несправностей. До основних видів робіт належать огляд обладнання, перевірка функціонування засобів автоматизації, обслуговування насосних агрегатів, перевірка стану теплообмінників, очищення фільтрів, регулювання арматури та виконання ремонтних операцій. Незважаючи на плановий характер більшості робіт, їх проведення потребує суворого дотримання вимог безпеки.

Перед початком будь-яких робіт з технічного обслуговування або ремонту необхідно виконати комплекс підготовчих заходів. Насамперед обладнання повинно бути відключене від джерел електроживлення, а на органах керування повинні бути встановлені попереджувальні плакати із заборonoю вмикання. Якщо виконуються роботи на насосному обладнанні або системах автоматизації, необхідно переконатися у відсутності напруги шляхом проведення відповідних вимірювань. Лише після цього допускається початок виконання робіт.

Особливо важливим є контроль відсутності надлишкового тиску в трубопроводах та теплообмінниках. Перед розбиранням будь-яких елементів системи необхідно перекрити відповідну арматуру, скинути тиск та переконаватися у відсутності теплоносія в зоні проведення робіт. Недотримання цієї вимоги може призвести до раптового викиду гарячої води або пари, що становить серйозну небезпеку для персоналу.

Під час виконання робіт на трубопроводах та теплообмінному обладнанні необхідно враховувати можливість збереження високої температури поверхонь навіть після зупинки системи. Через значну теплову інерційність обладнання температура окремих елементів може залишатися небезпечною протягом тривалого часу. Тому перед початком ремонтних

робіт необхідно забезпечити достатній час для охолодження обладнання або використовувати відповідні засоби захисту.

Важливу роль у забезпеченні безпеки відіграє застосування засобів індивідуального захисту. Працівники повинні бути забезпечені спеціальним одягом, захисним взуттям, рукавицями, касками та захисними окулярами. У разі виконання електромонтажних робіт додатково використовуються діелектричні рукавички та інструмент з ізольованими ручками. Використання засобів індивідуального захисту дозволяє значно зменшити ризик отримання травм та професійних ушкоджень.

Під час обслуговування насосного обладнання особливу увагу необхідно приділяти безпеці роботи з обертовими механізмами. Перед виконанням будь-яких операцій з насосами необхідно повністю зупинити агрегат та переконатися у відсутності можливості його випадкового запуску. Робота поблизу рухомих частин обладнання без попереднього відключення є неприпустимою та може призвести до тяжких травм.

Під час виконання ремонтних робіт із використанням електроінструменту необхідно застосовувати лише справне обладнання, яке пройшло перевірку технічного стану. Кабелі живлення повинні бути захищені від механічних пошкоджень, а сам інструмент повинен відповідати умовам експлуатації у приміщеннях із підвищеною небезпекою. Особливу увагу необхідно приділяти стану ізоляції та справності захисних пристроїв.

Важливим напрямом забезпечення безпеки є підтримання належного санітарного стану приміщення теплового пункту. Проходи між обладнанням повинні бути вільними, а робочі місця — достатньо освітленими. Захаращення приміщення сторонніми предметами може ускладнювати евакуацію персоналу та створювати додаткові ризики травмування під час виконання робіт.

Під час проведення робіт необхідно постійно контролювати стан повітряного середовища та параметри мікроклімату. У теплових пунктах через роботу теплообмінного обладнання можливе підвищення температури

повітря, що негативно впливає на самопочуття працівників та знижує їх працездатність. Для підтримання нормативних умов праці повинна функціонувати ефективна система вентиляції, яка забезпечує видалення надлишкового тепла та оновлення повітря.

Окрему увагу необхідно приділяти питанням пожежної безпеки. Незважаючи на те, що основним теплоносієм є вода, наявність електротехнічного обладнання створює ризик виникнення пожеж у разі короткого замикання або перегріву електричних елементів. У приміщенні теплового пункту повинні бути встановлені первинні засоби пожежогасіння, а персонал повинен знати порядок дій у разі виникнення пожежі або іншої аварійної ситуації.

У разі виникнення аварії персонал повинен діяти відповідно до затверджених інструкцій. Насамперед необхідно зупинити роботу обладнання, обмежити розвиток аварійної ситуації та повідомити відповідальних осіб. Якщо існує загроза життю або здоров'ю людей, першочерговим завданням є організація безпечної евакуації та надання допомоги потерпілим.

Важливим елементом системи охорони праці є проведення інструктажів та навчання персоналу. Працівники повинні проходити вступний, первинний, повторний та позаплановий інструктажі з охорони праці, а також періодичне навчання з питань безпечної експлуатації обладнання. Належна підготовка персоналу значно знижує ймовірність виникнення аварійних ситуацій та виробничого травматизму.

Таким чином, безпечне виконання робіт з технічного обслуговування та ремонту теплового пункту забезпечується комплексом організаційних і технічних заходів. Виконання вимог щодо відключення обладнання, контролю тиску та температури, використання засобів індивідуального захисту, дотримання правил електробезпеки та пожежної безпеки дозволяє створити безпечні умови праці для персоналу та забезпечити надійну експлуатацію теплового пункту протягом усього терміну його служби.

4.4 Висновки до розділу 4

У четвертому розділі дипломної роботи розглянуто питання охорони праці під час експлуатації, технічного обслуговування та ремонту теплового пункту багатоквартирного житлового будинку. Проведений аналіз умов праці дозволив визначити основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть виникати під час роботи з теплотехнічним, електротехнічним та автоматизованим обладнанням.

У результаті аналізу встановлено, що найбільшу небезпеку для обслуговуючого персоналу становлять підвищена температура теплоносія та поверхонь технологічного обладнання, надлишковий тиск у трубопроводах і теплообмінниках, можливість ураження електричним струмом, вплив шуму та вібрації від насосного обладнання, а також несприятливі параметри мікроклімату виробничого приміщення. Визначено, що нехтування вимогами охорони праці під час експлуатації теплового пункту може призвести до виробничого травматизму, пошкодження обладнання та виникнення аварійних ситуацій.

Особливу увагу в роботі приділено питанням електробезпеки. Розглянуто комплекс технічних заходів, спрямованих на захист персоналу від ураження електричним струмом, зокрема використання захисного заземлення, автоматичних вимикачів, пристроїв захисного відключення, систем контролю стану електричних мереж та надійної кабельної інфраструктури. Показано, що впровадження зазначених заходів дозволяє суттєво підвищити рівень безпеки експлуатації електрообладнання теплового пункту та забезпечити стабільну роботу систем автоматизації.

У ході виконання роботи також розглянуто заходи безпеки під час проведення технічного обслуговування та ремонту обладнання. Встановлено, що перед початком виконання робіт необхідно здійснювати відключення обладнання від джерел живлення, скидати надлишковий тиск із трубопроводів, контролювати температуру обладнання та використовувати відповідні засоби індивідуального захисту. Окрему увагу приділено вимогам

щодо безпечної експлуатації насосного обладнання, використання електроінструменту, підтримання належного санітарного стану приміщення та забезпечення пожежної безпеки.

Важливим елементом системи охорони праці є належна підготовка персоналу. Проведення інструктажів, навчання з питань безпечної експлуатації обладнання, перевірка знань нормативних документів та практичних навичок дій у разі виникнення аварійних ситуацій сприяють зниженню виробничих ризиків та підвищенню рівня безпеки праці.

Проведений аналіз показує, що забезпечення безпечних умов праці в тепловому пункті можливе лише за умови комплексного застосування організаційних, технічних та профілактичних заходів. Поєднання сучасних засобів автоматизації, систем аварійного захисту, електробезпеки, належної організації робочих місць та підготовки персоналу дозволяє мінімізувати вплив небезпечних виробничих факторів і забезпечити надійну експлуатацію обладнання.

Таким чином, запропоновані заходи з охорони праці забезпечують створення безпечних умов роботи для обслуговуючого персоналу, сприяють запобіганню виробничому травматизму та аварійним ситуаціям, а також підвищують загальну ефективність і надійність експлуатації автоматизованого теплового пункту багатоквартирного житлового будинку.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

У дипломній роботі виконано розроблення системи автоматизації теплового пункту багатоквартирного житлового будинку та запропоновано заходи щодо підвищення її надійності шляхом впровадження додаткових засобів контролю і аварійного захисту. Актуальність роботи обумовлена необхідністю підвищення енергоефективності житлового фонду, зменшення експлуатаційних витрат на тепlopостачання та забезпечення стабільної роботи інженерних систем будівель в умовах постійного зростання вартості енергетичних ресурсів.

У першому розділі роботи проведено аналіз сучасного стану систем тепlopостачання житлових будинків та визначено основні напрямки підвищення ефективності роботи теплових пунктів. Розглянуто принципи функціонування індивідуальних теплових пунктів, особливості їх експлуатації та роль автоматизації у забезпеченні якісного тепlopостачання споживачів. Встановлено, що застосування сучасних засобів автоматичного керування дозволяє забезпечити раціональне використання теплової енергії, підтримання комфортних умов у приміщеннях та зниження витрат на експлуатацію обладнання.

У другому розділі виконано розроблення системи автоматизації теплового пункту. Проведено аналіз технологічного процесу та визначено основні параметри, які підлягають контролю та регулюванню. Розроблено функціональну схему автоматизації, що забезпечує контроль температури теплоносія, тиску, витрати та інших технологічних параметрів. Обґрунтовано вибір технічних засобів автоматизації, до складу яких входять датчики температури, тиску та витрати, програмований логічний контролер, операторська панель, регулюючий клапан та насосне обладнання з частотним керуванням. Також розроблено алгоритм функціонування системи автоматичного керування, який забезпечує погодозалежне регулювання температури теплоносія, автоматичне керування насосами та реалізацію функцій диспетчеризації.

У третьому розділі запропоновано модернізацію системи автоматизації шляхом впровадження додаткової системи контролю та аварійного захисту. Проведено аналіз потенційно небезпечних режимів роботи теплового пункту та визначено критичні параметри, які потребують незалежного контролю. Для підвищення рівня функціональної безпеки запропоновано використання додаткових датчиків температури, реле тиску, датчиків протікання, реле потоку, засобів контролю насосного обладнання та систем дистанційного сповіщення про аварійні ситуації. Розроблено алгоритми аварійного захисту, які забезпечують своєчасне виявлення небезпечних відхилень та автоматичне виконання захисних дій. Проведена оцінка ефективності показала, що впровадження запропонованих рішень дозволяє суттєво підвищити надійність роботи обладнання, зменшити ризик аварій та скоротити експлуатаційні витрати.

У четвертому розділі розглянуто питання охорони праці під час експлуатації та технічного обслуговування теплового пункту. Виконано аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, характерних для даного об'єкта, та запропоновано комплекс заходів щодо забезпечення безпечних умов праці. Особливу увагу приділено питанням електробезпеки, захисту від впливу високих температур і надлишкового тиску, а також безпечному виконанню ремонтних та профілактичних робіт. Запропоновані заходи спрямовані на зниження виробничих ризиків та підвищення рівня безпеки обслуговуючого персоналу.

Результати виконаної роботи підтверджують доцільність впровадження сучасних систем автоматизації в теплових пунктах багатоквартирних житлових будинків. Використання погодозалежного регулювання, автоматизованого керування насосним обладнанням, сучасних засобів моніторингу та додаткових систем аварійного захисту дозволяє забезпечити стабільне теплопостачання споживачів, підвищити енергоефективність системи та збільшити ресурс роботи обладнання.

Отже, поставлена мета дипломної роботи досягнута, а всі поставлені завдання виконані в повному обсязі. Розроблена система автоматизації теплового пункту та запропонована модернізація із впровадженням додаткових засобів контролю та захисту можуть бути використані під час проєктування нових або модернізації існуючих теплових пунктів багатоквартирних житлових будинків з метою підвищення їх надійності, безпеки та енергоефективності.