

## Резерви енергозбереження та підвищення якості роботи теплопунктів і насосних холодно го водопостачання засобами автоматики.

Проблеми енергозбереження традиційно вважаються важливою сферою інженерних пошуків і розробок. В сучасній Україні, особливо на тлі зростання цін на енергоносії і світової економічної кризи, пошук додаткових можливостей економії стає особливо актуальним і стає цікавим не тільки для інженерів і економістів, а і широких кіл громадян, життя яких тісно пов'язане з роботою комунальних систем централізованого водо- і тепло- постачання.

Автоматика теплопунктів і насосних за останнє десятиріччя зазнала значного оновлення за рахунок впровадження засобів сучасної електроніки. На заміну традиційним магнітним пускачам приходять тиристорні пускачі і твердотільні реле, для запуску механізмів широкого застосування набули перетворювачі частоти. На заміну релейно-контактним шафам управління прийшли мікроконтролерні пристрої і програмовані логічні схеми. Технічний прогрес в автоматизації цих об'єктів, майже завжди, пов'язаний з прогресом сучасної електроніки, на яку, в основному, просто переносились алгоритми більш ранніх розробок. На думку авторів цієї статті, які були і є учасниками процесу впровадження засобів електроніки в автоматику об'єктів комунальної сфери, додаткову якість можуть дати нові алгоритми управління і регулювання, які можна легко реалізовувати на базі мікропроцесорної техніки. Викладений в статті матеріал є результатом роздумів і досвіду, який накопичувався в ході роботи по виконанню замовлень. Компетентні спеціалісти фірм, які працюють на ринку засобів автоматизації об'єктів комунальної сфери, рухаються паралельними шляхами в загальному напрямку. Найкращим ефектом від цієї статті стало б обговорення і подальший пошук резервів і нових ідей широким кругом зацікавлених спеціалістів.

### Насосні холодно го водопостачання.

Суттєве зниження витрат енергії було досягнуто за рахунок впровадження перетворювачів частоти (ПЧ). В насосній станції без ПЧ насос працює постійно з максимальною швидкістю. Тиск на виході насоса визначається поточними витратами води за його характеристикою, а величина вихідного тиску регулюється гідравлічним регулятором прямої дії (регулятор "після себе"). З появою ПЧ швидкість обертання насоса визначається регулятором вихідного тиску і звичайно на 25÷30% менша. З теорії електроприводу відомо (див., наприклад, Кардонов Г.А. Курс лекцій по електроприводу., Санкт – Петербург, 2003 – <http://ets.info.ru/kardonov/privod.htm>), що потужність вентиляторного навантаження пропорційна кубу частоти. Тоді економія споживаної електроенергії - 50÷60%. В результаті, при потужності насоса 4 кВт і середній вартості ПЧ для нього 4000 грн, при наявності резервного насоса також із своїм ПЧ, встановлення двох ПЧ повністю окупається за 3÷4 місяці.

Резерв економії енергії пов'язаний з управлінням роботою насосів другої зони сучасних багатоповерхових будинків (17÷24 поверхи, 1-ша зона до 10÷12 поверху і 2-га зона з 11÷13 поверху).

Енергія, споживана насосною станцією від електромережі за час  $T$ :

$$W = \int_0^T P_{вих} \cdot q(t) \cdot dt + N_p \cdot T + N_{ВП} \cdot T, \quad (1)$$

- де  $P_{вих}$  - вихідний тиск насосної станції;  
 $q(t)$  - витрати (споживання) води, м<sup>3</sup>/с;  
 $N_p$  - потужність, що її споживає електродвигун насоса для створення заданого вихідного тиску;

$N_{ВП}$  - потужність власних потреб засобу автоматизації.

Економія енергії першої складової формули (1) здійснюється споживачем.

Економія енергії власних потреб засобу автоматизації не є визначальною у випадку застосування сучасних електронних компонентів (Наприклад, мікроконтролер споживає потужність  $0,05 \div 0,07$  Вт, а керований ним насос -  $3 \div 5$  кВт!).

Потужність для створення заданого вихідного тиску визначається з досвіду роботи насосної станції з закритим вихідним вентилям, коли витрати води відсутні. З досвіду налашки насосних 20 житлових будинків, насос в такому режимі працює на частоті  $33 \div 36$  Гц. Або розвиває  $29 \div 37\%$  від своєї номінальної потужності -  $N_{ном}$ . Звичайно в житловому будинку мінімум розбору води спостерігається вдень між 11.00 – 16.00 годинами і вночі з 23-ї до 6-ї години (на протязі  $T=5+7=13$  годин).

Якщо система ХВП обладнана мембранним баком, від безперервної роботи можна перейти до “імпульсного режиму” підкачки – режиму двохпозиційного регулювання. В такому режимі насос включається, коли тиск в системі знижується на  $0,015 \div 0,03$  МПа, чого не помічає споживач і відключається, коли тиск знову досягає заданого значення. Економія енергії досягається за рахунок зменшення часу роботи насоса для підтримки заданого тиску в системі. При відключеному насосі система замкнена зворотним клапаном і тиск підтримується не за рахунок динамічної рівноваги, створюваної працюючим насосом, а статично – закритим клапаном. За спостереженнями фахівців НТТОВ ЕЛЕКОН, очікувана економія енергії за добу буде в межах  $(0,3 \div 0,5) \cdot N_p \cdot T$ . Враховуючи, що  $N_p = (29 \div 37) / 100 \cdot N_{ном}$ , а час економії  $54\%$ , одержимо величину очікуваної економії електроенергії –  $4,7 \div 10\%$ .

Якщо система не обладнана мембранними баками достатньої ємності, вона може мати певні резерви об'єму води за рахунок невеликих демпферних баків і за рахунок пружності трубопроводів. В цьому випадку можна застосувати комбінований режим, коли при великих витратах води регулювання тиску виконує ПІД – регулятор, а при малих витратах виконується двохпозиційне регулювання.

Алгоритм переходу з режиму на режим потребує визначення або оцінки витрат води в системі. Це можна зробити безпосереднім вимірюванням витрат, якщо лічильник витрат води має електричний вихід (контактний,  $4 \div 20$  мА,  $0 \div 10$  В або інший), або опосередковано оцінити величину витрат води.

Оцінку величини витрат можна виконати в результаті пробної, при роботі ПІД - регулятора, зупинки насоса і при кожному відключенні в двохпозиційному режимі регулювання, вимірюючи час зниження тиску від заданого значення на величину  $\Delta P = 0,015 \div 0,03$  МПа.

Альтернативним алгоритмом може бути провокація зупинки насоса самим ПІД-регулятором тиску. Для цього визначається величина мінімальних обертів насоса (звичайно в межах  $F_{min} = 15 \div 20$  Гц) і завдання тиску періодично змінюється на ту ж величину  $\Delta P = 0,015 \div 0,03$  МПа. Якщо в системі витрати води малі, при зменшенні завдання регулятор зменшує оберти насоса, а зворотний клапан насоса закривається фактично фіксує тиск в системі більший від нового значення завдання. В результаті ПІД-регулятор поволі знижує оберти, і коли вони досягають величини  $F_{min}$  – насос остаточно зупиняється. Контур регулювання тиску виявляється розірваним закритим зворотним клапаном, але ПІД – регулятор продовжує працювати. Під час поновлення встановленого завдання тиску при малих витратах регулятор періодично включає – відключає насоси, а із збільшенням витрат зворотний клапан перестає закриватись бо тиск в системі швидко змінюється до зміненого значення завдання тиску і насос не зупиняється.

Застосування комбінованого режиму роботи, за експертними оцінками фахівців НТТОВ ЕЛЕКОН, дає меншу, але все ж відчутну економію, орієнтовно  $1 \div 5\%$ .

### Автоматизація теплопунктів.

Індивідуальні і центральні теплопункти складаються з п'яти підсистем:

- 1) Регулювання опалення (РО).
- 2) Циркуляція опалення (ЦО).
- 3) Регулювання гарячого водопостачання (РГВП).
- 4) Циркуляції гарячого водопостачання (ЦГВП).
- 5) Підживлення опалення (ПО).

#### 1. Регулювання опалення.

Всі сучасні теплопункти автоматизовані і облаштовуються регуляторами опалення. Завдання регулятора опалення – відпрацювання температурного графіка опалення, в залежності температури теплоносія в подавальному трубопроводі системи опалення будинку від температури зовнішнього повітря. Для приміщень виробничого призначення регулятор опалення також відпрацьовує і часовий графік опалення, знижуючи температуру теплоносія в неробочий час доби і тижня. Електронні регулятори опалення розроблені і виготовляються багатьма фірмами. “Родзинками” регуляторів у складі шаф управління теплопунктами, розробленими ІП ММС НАНУ і впроваджуваними НТТОВ ЕЛЕКОН є:

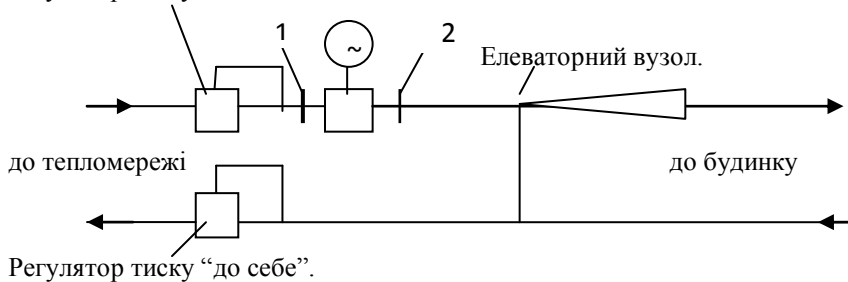
1. Можливість довільної зміни температурного графіка опалення.

Графік опалення задається таблицею з кроком в  $1^{\circ}\text{C}$  в межах  $-22^{\circ}\text{C} \div +20^{\circ}\text{C}$ . Як заводські значення програмується значення стандартного “150-95-70” графіка опалення. Можливість довільної зміни графіка споживачем викликана як змінами стандарту графіка, які мали місце після появи відомої резонансної статті В.Ф.Гершковича «Сто пятьдесят... НОРМА или ПЕРЕБОР?» (див. <http://www.c-o-k.com.ua/content/306/>), так і різними теплотехнічними характеристиками будинків. Наприклад, заміна старих вікон на сучасні металопластикові і утеплення фасадів будинку дозволяє суттєво знизити тепловіддачу в зовнішнє середовище і користувач повинен мати можливість корекції температурного графіка.

- 2) Забезпечення точності регулювання шляхом визначення оптимального варіанту драйвера виконуючого механізму.

За даними Російських дослідників відхилення температури в приміщенні на  $1^{\circ}\text{C}$  еквівалентно 5% втрат енергії (С.Соснова. Управлять теплом и комфортом. Автоматизированные тепловые пункты. – Строительство и городское хозяйство в Санкт-Петербурге и Ленинградской области, №96 сентябрь 2007). Звичайно регулятор опалення досить легко виконати з точністю регулювання  $0,1 \div 0,25^{\circ}\text{C}$ . Цьому сприяє велика інерційність системи опалення як об'єкта регулювання, можливість встановлення великих періодів регулювання (від 90 с і більше, які перевищують транспортні запізнення в бойлерах). Втрата точності регулювання може виникнути при встановленні обмежувальних шайб безпосередньо біля регулюючих клапанів (мал.1.)

Регулятор тиску “після себе”.



Мал.1. Можливі місця встановлення обмежувальної шайби 1 і 2.

Встановлення обмежувальної шайби після регулятора тиску прямої дії дозволяє встановити обмеження витрат теплоносія на величині, яка не залежить від коливань тиску тепломережі, але погіршує регулювання: 1) характеристика зміни витрат теплоносія від положення регулюючого клапана стає нелінійною і 2) обмежується робочий хід клапана. Нелінійність характеристики клапана може компенсуватись математичним алгоритмом регулювання, з чим зобов'язаний справитись професіонал автоматник, але обмеження робочого ходу клапана є фізичним обмеженням, яке збільшує похибки регулювання. З достатньої для автоматника точністю, враховуючи, що витрати пропорційні перетину  $s$  ( $Q = \mu \cdot s \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\rho}}$ , де  $\mu$  - коефіцієнт витоку,  $\Delta P$  – перепад тиску,  $\rho$  - щільність рідини) весь потік теплоносія обмежений шайбою, яка має діаметр  $d_{ш}$  (перетин  $s_{ш} = \pi \cdot d_{ш}^2 / 4$ ) буде вільно пропущений регулюючим клапаном, коли перетин клапана стане більшим перетину шайби. Якщо регулюючий клапан при повному відкритті  $X_{max}$  має перетин  $s_{кл} = \pi \cdot d_{кл}^2 / 4$ , де  $d_{кл}$  – еквівалентний діаметр клапана, то обмежений шайбою потік теплоносія буде повністю пропущеним при відкритті клапана  $X_{ш} = X_{max} \cdot \frac{s_{ш}}{s_{кл}} = X_{max} \cdot \frac{d_{ш}^2}{d_{кл}^2}$ . Наприклад, при шайбі  $d_{ш} = 13$  мм і клапані  $d_{кл} = 70$  мм,  $X_{max} = 20$  мм робочий хід виявиться обмеженим  $X_{ш} = 20 \cdot 13^2 / 70^2 = 0,69$  мм або 3,45% повного ходу механізму! Виходом із скрутного становища може бути використання клапана в двохпозиційному режимі регулювання. При цьому клапан закривається до мінімального протоку за кінцевим вимикачем закриття і до максимального, обмеженого шайбою за кінцевим вимикачем відкриття. Період відкриття – закриття клапана може бути  $\Pi = 10 \div 20$  хв. Замість положення механізму клапана,  $X$ , мм ПД – регулятор температури розраховує коефіцієнт заповнення широтно-імпульсної модуляції потоку теплоносія,  $K$ , % ( $K = \frac{t_{відкр}}{\Pi} \cdot 100\%$ ), який при будь-якій шайбі змінюється лінійно в межах  $0 \div 100\%$ .

За практичним досвідом наладки перехід до двохпозиційного драйвера регулюючого клапана доцільний, якщо робочий хід клапана менший 20% повного ходу його приводу.

Вартість системи опалення може бути зменшена за рахунок заміни регулюючого клапана з електромоторним приводом на більш дешевий електромагнітний клапан.

### 3) перехід від регулювання температури до регулювання енергоспоживання.

Такий перехід дає можливість споживачу безпосередньо економити кошти, які він витрачає на опалення. Дані про поточну споживану теплову потужність можна отримати із стандартного лічильника теплової енергії через інтерфейс фізичного протоколу RS-422 лічильника для зчитування даних персональним комп'ютером, якщо лічильник тепла обслуговує лише систему опалення з одним регулятором опалення. В інших випадках потрібно встановити окремі датчики витрат в кожній з регульованих контурів циркуляції опалення будинку. (Це можуть бути відносно дешеві механічні лічильники витрат з дискретним електроконтактним виходом або електромагнітні витратоміри). Альтернативно, якщо використовується описаний вище двохпозиційний драйвер регулюючого клапана, витрати теплоносія через клапан в повністю закритому і повністю відкритому положенні можуть бути заміряні раз в сезон і використовуватись для розрахунків споживаної системою енергії. Такий спосіб розрахунків енергоспоживання використаний в регуляторах опалення двох корпусів ІІ ММС НАНУ. Залежність температурного графіка опалення була відповідно перерахована в залежність відносної зміни енергоспоживання. За опорну величину взято енергоспоживання при  $0^\circ\text{C}$ , яке спочатку було оцінено за статистикою енергоспоживання організації і даними середньомісячної температури для м. Києва, а потім величина була відкоригована дослідним шляхом.

Заміна регулювання температури на регулювання енергоспоживання може бути ефективною для систем опалення виробничого призначення, де керівництво організації

зацікавлене в плануванні витрат і економії коштів, і є відповідальний працівник, який періодично контролює споживання теплової енергії. Планування витрат енергії і коштів здійснюється за даними прогнозу погоди.

Ще одним аргументом для регулювання енергоспоживання є можливість враховувати в балансі енергоспоживання теплову енергію, яка вноситься в будинок системою гарячого водопостачання. З завдання теплової потужності регулятора опалення  $N_{\text{опал}}$  можна віднімати поточне значення теплової потужності виданої системою ГВП:  $N_{\text{опал}} = N_{\text{опал}} - N_{\text{ГВП}}$ .

## 2. Циркуляція опалення.

Економія енергії на циркуляцію опалення пов'язана з використанням для живлення циркуляційних насосів ПЧ. Якщо регулювання опалення оптимізує споживання теплової енергії, то циркуляція опалення забезпечує потрібний розподіл температур в батареях контурів опалення. Найбільш нагрітими виявляються перші а найбільш холодними – останні батареї кожного із стояків.

Для регулювання інтенсивності циркуляції в більшості проектів передбачається регулювання перепаду тиску між подавальним і зворотним трубопроводами будинку. При налагодженні системи завдання перепаду тиску визначають за досягненням заданої різниці температур подавального і зворотного трубопроводів.

Альтернативно в розробках НТТОВ ЕЛЕКОН застосовується регулювання перепаду температур прямого і зворотного трубопроводів системи опалення. На відміну від регулювання перепаду тиску, який змінюється практично одночасно з швидкістю обертання насоса, регулювання перепаду температур потребує урахування значного транспортного запізнення зміни температури зворотного трубопроводу, яка виникає при зміні швидкості обертання в різних проектах з запізненням 8÷15 хв. Для регулятора перепаду температур встановлюються періоди регулювання більші цієї величини. Регулятор виявляється дуже повільним, але це не є перешкодою для його застосування, тому що і система опалення є практично незмінною. Особливістю його програмної реалізації є необхідність енергонезалежного запам'ятовування змінних визначеного режиму регулювання (гіпернація), щоб регулятор не починав пошук режиму роботи знову кожного разу після відключення живлення.

## 3. Система гарячого водопостачання.

Тут засоби автоматики повинні забезпечити перш за все якісні характеристики, регламентовані Правилами надання послуг з централізованого опалення, постачання холодної та гарячої води і водовідведення, затвердженими постановою Кабінету Міністрів України від 21 липня 2005 р. № 630. Температура гарячої води в точці відпуску повинна бути в межах 50÷75°C. Підтримування завдання регулятора біля нижчої границі можливого діапазону пов'язана з ризиком виходу за межі цього діапазону і, головне, не дає відчутної економії. Споживач в більшості випадків змішує гарячу і холодну воду так, що енергія спожитої гарячої води практично залишається однаковою в межах можливого діапазону температур. Як зазначалося вище, з точки зору енергозбереження, перспективним може бути окремий обрахунок спожитої енергії системою гарячого водопостачання і відповідне зменшення енергоспоживання на опалення. При цьому підвищення температури гарячої води буде враховано системою автоматики. Для реалізації таких проектів, як і для переходу від регулювання температури на регулювання енергоспоживання системою опалення, в сучасних проектах автоматизованих теплових пунктів не вистачає лише додаткових датчиків витрат води.

З п'яти регуляторів (опалення, ГВП, перепаду тиску, перепаду температур між подавальним і зворотним трубопроводами опалення будинку і тиску в системі опалення) в найважчих умовах виявляється регулятор ГВП. Тут можливі швидкі зміни споживання гарячої води на які класичному ПЧ – регулятору важко реагувати через транспортну

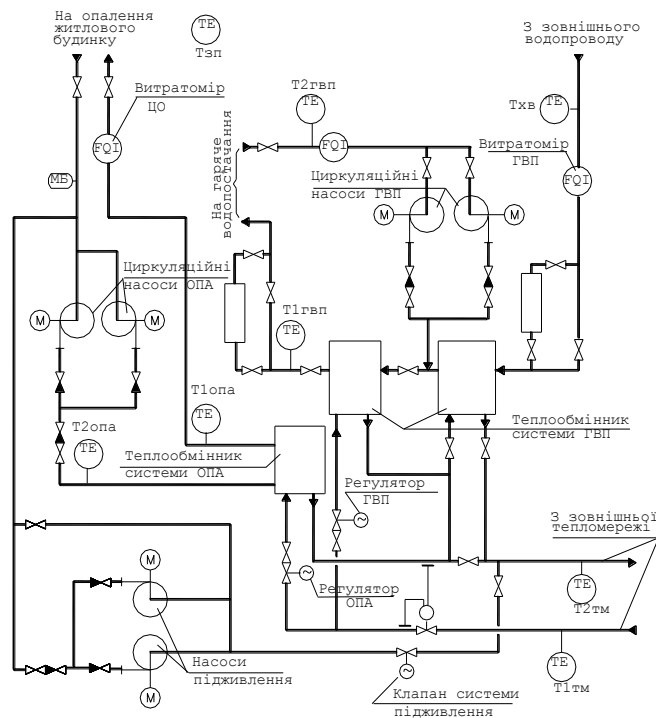
затримку бойлера ГВП. Цілком нормально, якщо після завершення наладки регулятора ГВП динамічні похибки регулювання залишаються до  $5^{\circ}\text{C}$  (порівняйте з  $0,2^{\circ}\text{C}$  для регулятора опалення). Встановлення датчика витрат води системою ГВП створить можливість підвищення точності регулювання температури гарячої води, бо урахування сигналу про зміну витрат дозволить пришвидшити реакцію регулятора.

#### 4. Підживлення опалення.

Найбільш енергозберігаючою є класична схема імпульсного підживлення опалення, в якій насоси підживлення періодично включаються для поповнення запасу води за даними рівня води в розширювальному баку або за тиском в мембранному баку. З точки зору енергозбереження незрозуміле рішення, коли насоси підживлення опалення з живленням від ПЧ постійно працюють для підтримки заданого тиску в системі. Система опалення, за винятком окремих випадків аварій і ремонтних робіт, не має якогось витoku води, тому насоси постійно працюють на  $50\div 70\%$  своєї потужності нічого не перекачуючи. Окремі проєктанти обґрунтовують такий режим роботи можливістю відмовитись від мембранного бака. Вартість мембранного баку  $200\div 250$  л орієнтовно складає 2000 грн. Така сума буде витраченою при тарифі 20 коп/кВт·год при постійному споживанні насосом 0,5 кВт потужності (свідомо занижена величина) за 5 років експлуатації системи (з урахуванням, що система опалення працює менше ніж пів року). Але ж тепlopункти експлуатуються принаймні 10 років до чергової модернізації. Де ж тоді економія? До того ж в системі без мембранного і розширювального баку може виникнути аварійний режим роботи. Після закачки певного об'єму відносно холодної води вона прогривається бойлером, а зворотний клапан насоса ПО при цьому може закритися з подальшим ростом тиску в системі до небезпечної величини. Доводиться встановлювати захисний клапан, який зливає зайвий об'єм води в зворотний трубопровід тепломережі. При бажанні зекономити на вартості мембранного баку, його можна встановлювати мінімального об'єму. На одному з київських 22-х поверхових будинків, де за проєктом немає ні розширювального ні мембранного баку, з повним успіхом була виконана корекція проєктного рішення за рахунок алгоритму роботи насосів. Звичайно робочий насос працює в режимі імпульсної підкачки, але якщо швидкість зростання тиску виявилась менше встановленого значення, до роботи включається також і резервний насос. Такого оперативного включення насосів достатньо для запобігання утворення повітряних пробок в системі. Заповнення раніше відключеного стояка батарей відбувається за рахунок запасу води від пружності трубопроводів, і того, що сантехнік не може відкрити вентиль стояка миттєво. В системі не завадив би мембранний бак невеликої ємності  $50\div 100$  л.

З вище сказаного випливає, що для покращення алгоритмів управління автоматизованих тепlopунктів бажано встановлення додаткових датчиків витрат теплоносія і холодної води. Зараз таких датчиків в тепlopунктах немає. Це склалося історично, бо в часи релейно-контактної автоматики витратоміри були занадто складними і дорогими приладами. За аналогією з електричними системами маємо ситуацію, коли управління процесами здійснюється лише за даними вимірювань напруг без вимірювання струмів, отже, і без потужностей і енергій. Зараз цілком реально використати відносно дешеві електромагнітні витратоміри, орієнтована вартість яких порядку 1000 у.о. ( $7500\div 8000$  грн.). Якщо економічний ефект від впровадження виявиться 1000 грн./місяць (менше 1% місячної оплати за тепло сучасного 17÷24-х поверхового будинку), то встановлення додаткових двох витратомірів (система опалення і система ГВП) гарантовано окупиться на протязі 4-х опалювальних сезонів.

На мал.2 наведена класична схема автоматизації бойлерної з додатковими витратомірами.



Мал.2. Схема автоматизації бойлерної з додатковими витратомірами.

Один з витратомірів встановлюється в контур циркуляції опалення, а другий – вимірює витрати холодної води, яка підживлює систему ГВП. Доречно одразу зазначити такий водомір, є в кожній бойлерній і він просто замінюється водоміром з електричним виходом для використання даних не тільки для комерційних розрахунків а і системою управління тепловим пунктом.

При поточному значенні витрат теплоносія в контурі циркуляції опалення  $Q_{\text{ОПА}}$  і заданні регулятора опалення  $T1_{\text{звд}}$  потужність споживання системою опалення  $N_{\text{ОПА}} = c \cdot Q_{\text{ОПА}} \cdot (T1_{\text{звд}} - T2_{\text{ОПА}})$  ( $c$  – теплоємність води,  $T2_{\text{ОПА}}$  – температура зворотного трубопроводу системи опалення будинку). Поточна теплова потужність споживана системою ГВП при витратах води  $Q_{\text{ГВП}}$   $N_{\text{ГВП}} = c \cdot Q_{\text{ГВП}} \cdot (T1_{\text{ГВП}} - T_{\text{хв}})$  ( $T1_{\text{ГВП}}$  – температура в подавальному трубопроводі ГВП,  $T_{\text{хв}}$  – температура холодної води). Знижена з урахуванням ГВП потужність споживання системи опалення  $N_{\text{ОПА}}^* = c \cdot Q_{\text{ОПА}} \cdot (T1_{\text{звд}}^* - T2_{\text{ОПА}})$  повинна бути такою, щоб виконувалось співвідношення  $N_{\text{ОПА}} = N_{\text{ОПА}}^* + N_{\text{ГВП}}$ . Після підстановок і елементарних перетворень одержимо формулу для перерахунку завдання регулятора опалення за температурним графіком опалення в завдання з урахуванням системи ГВП:

$$T1_{\text{звд}}^* = T1_{\text{звд}} - k_{\text{ГВП}} \cdot \frac{Q_{\text{ГВП}}}{Q_{\text{ОПА}}} \cdot (T1_{\text{ГВП}} - T_{\text{хв}}), \quad (2)$$

де  $k_{\text{ГВП}}$  – коефіцієнт недосконалості тепловіддачі системи ГВП ( $k_{\text{ГВП}} < 1$ ).

Встановлення датчиків витрат, безумовно, приведе до появи нових для галузі алгоритмів регулювання. Наприклад, при регулюванні енергоспоживання системи опалення, визначення положення регулюючого клапану (або коефіцієнту ШІМ при

двохпозиційному драйвері) можливе не шляхом розрахунків за універсальною математичною моделлю ПД – регулятора, а за математичною моделлю фізичних процесів в системі опалення. Це може дати нову якість і новий поштовх для творчості спеціалістів...

Додатковим ефектом від встановлення витратомірів може бути аварійний контроль. Збільшення витрат в контурі циркуляції опалення свідчить про наявність витoku води, а зменшення витрат, про проблему в роботі циркуляційних насосів. Надмірне збільшення витрат води в системі ГВП може свідчити про аварійний виток води.

Резервом економії може стати зменшення витрат на з'єднувальні кабелі між ПКУ і датчиками датчиками технологічних параметрів і ШУ. Такий проект був виконаний при реконструкції система автоматики тепlopункту по вул. Новаторів, 22 в м. Києві. До складу обладнання входять мікроконтролерні блоки для прийому даних від датчиків і передачі їх до ШУ послідовним кодом за фізичним протоколом RS-485. До блоків також підводиться напруга електроживлення. Кількість з'єднувальних проводів можна звести до мінімуму при застосуванні відомого стандарту 1-Wire, використовуваного в мікросхемах фірми Dallas Semiconductor.

Важливим резервом покращення якості управління інженерними системами об'єктів і, зокрема тепlopунктів і насосних ХВП, є підняття на сучасний інформаційний рівень диспетчерських систем, які зараз часто є черговим у телефона. Потенційні можливості в цьому напрямку здаються безмежними, але потрібен певний раціоналізм відбору спектру технічних рішень найбільш економічно ефективних і зручних для працівників комунальної сфери. Тут дуже показовим стає протиріччя сучасної інформаційної техніки: збільшення технічних можливостей може означати необхідність спеціальних знань і навичок роботи оператора, які стають для нього додатковим навантаженням. В результаті, розвинені і витончені інженерні рішення залишаються не використовуваними персоналом.

На нашу думку автоматизована диспетчерська система повинна виконувати лише дві функції:

- 1) оперативні повідомлення про аварійні ситуації;
- 2) накопичення статистичної інформації про режими роботи обладнання.

Диспетчерську систему у складі пульта диспетчерського управління і шаф управління (ШУ) технологічним обладнанням доцільно розглядати як розподілену обчислювальну систему, в якій функції диспетчеризації раціонально розподіляються між апаратними блоками.

Виходячи з того, що розслідування причин, а тим паче ліквідація наслідків аварії потребує безпосереднього огляду обладнання, накопичення статистичної інформації про події в системі управління логічно віднести до ШУ. В ШУ НТТОВ ЕЛЕКОН, як мінімум, накопичується інформація про 1) спрацювання датчиків аварійних сигналів і фіксацію аварій; 2) включення/відключення механізмів. 3) Також може фіксуватись надходження телемеханічних сигналів і втручання оператора. Аналізуючи ці статистичні дані експлуатуючий персонал, в більшості випадків, може визначити послідовність подій, які мали наслідком аварію. Отже розібратись з причиною аварії або, принаймні, сформулювати гіпотезу про причину аварії, а відтак і визначити заходи для запобігання аварійної ситуації надалі.

Оригінальними ознаками ШУ ЕЛЕКОН є фрагменти *системи підтримки управлінських рішень*: 1) мнемосхема обладнання, яка відображує поточний стан роботи обладнання; 2) рухомий рядок оперативної інформації, на який в текстовій формі автоматично виводяться повідомлення по зафіксовані аварійні ситуації. Для себе ми вважаємо обов'язковими ці елементи, враховуючи психологічний аспект: персоналу доводиться лише час від часу, дуже рідко, розслідувати аварійні ситуації, які завжди є стресовими і, отже, допомога автоматики і тут незайва. Ми комплектуємо свої ШУ цими засобами як бонус виробника.



Розглянемо наші розробки засобів диспетчеризації за ступенями складності і досконалості, кожний з яких має свою сферу застосування.

В певних випадках автоматика інженерних систем будинку може обслуговуватись кооперативом власників квартир. Такі споживачі потребують лише своєчасної інформації про необхідність втручання людини в роботу автоматики. найдешевшим рішенням є пульт чергового (ним може бути консьєрж, який є в більшості нових багатоповерхових київських будинків). На пульті консьєржа відображується мінімум інформації: індикація наявності зв'язку з ШУ і індикація наявності зафіксованих ШУ аварій. Консьєрж, який не є фахівцем, повинен лише проінформувати про те, що сталася подія з певним ШУ, яка потребує втручання відповідальної за експлуатацію особи.

Більш розвинений пульт має також і дисплей (рідкокристалічний індикатор) на якому черговий, за вимогою відповідальної особи, може просто прочитати повідомлення про аварію, яка має місце. Збираючись на місце події працівник може зорієнтуватись з чим йому мати справу і яке обладнання і інструменти потрібно взяти для виконання роботи.

Функція інформування про подію при подальшому розвитку апаратури виконується автоматично, шляхом відсилки SMS повідомлень за визначеними номерами мобільних телефонів.

Об'єкти з розвиненими інженерними системами і системами протипожежної безпеки обладнуються диспетчерськими пунктами з постійним чергуванням фахівця. В цьому випадку пульт диспетчера може не лише відображувати стан роботи обладнання, а і виконувати телемеханічне управління обладнанням (включення – відключення опалення, блокування роботи окремих ШУ, дистанційну зміну окремих налагоджувальних параметрів). На таких пунктах може накопичуватись також і дані аналогових вимірювань. Аналіз таких даних виконується за допомогою персональних комп'ютерів, які час від часу підключаються на зв'язок з диспетчерським пультом для аналізу накопиченої інформації або для контролю менеджера за роботою обладнання і диспетчера, дії якого також автоматично фіксуються. Предметом інженерних зусиль є напрацювання комп'ютерного програмного забезпечення для аналізу роботи інженерних систем, візуалізації накопичених статистичних даних і стандартизація вимог до диспетчерських програм для забезпечення однаковості інтерфейсів (однаковості професійних навичок диспетчерів) обладнання, яке може постачатися різними виробниками.

В перспективі, управління ЖКХ, безумовно потребує автоматизації збору даних про роботу інженерних систем на централізованих об'єднаних диспетчерських пунктах районів міста. Каналами зв'язку при цьому можуть залишатися телефонна мережа і мережа мобільного зв'язку. Проте така робота пов'язана не стільки з рішенням інженерних проблем, скільки з вирішенням організаційних питань і пошуків джерел фінансування, можливо, в рамках інноваційних проектів програм реформування ЖКХ.

Дмитренко Володимир Олексійович  
Головний спеціаліст НТООО «Елекон»  
Тел.: (044)5266214, e-mail: vdm@elecon.kiev.ua